

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ARAGÓN**

**“REGULACIÓN JURÍDICA DE LOS RESIDUOS  
PELIGROSOS DOMÉSTICOS EN MÉXICO”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :  
**LICENCIADO EN DERECHO**  
P R E S E N T A N :  
**CLAUDIA NICTÉ HORCASITAS DOMÍNGUEZ  
CARLOS MANUEL CORTE CRUZ**

**ASESORA:  
LIC. NORMA ESTELA ROJO PEREA**

NEZAHUALCÓYOTL, EDO. DE MÉXICO

2005

0351139



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## D E D I C A T O R I A

Queremos dedicar esta tesis a las personas que más amamos en este mundo que son nuestros papás y hermanos porque han estado con nosotros en todo momento, nunca han perdido su fe en nosotros y cuyo amor incondicional ha sido indispensable para que seamos las personas que somos. Los amamos inmensamente...

## A G R A D E C I M I E N T O S

Antes que nada quiero agradecer a mi padre Dios por la vida que me ha brindado, por todas sus bondades y por el camino en que me ha puesto.

Betito: Creo que no son suficientes todas las palabras para plasmar todo lo que significan mi papá y tú para mí. Gracias mami por ser la increíble mujer que eres, por impulsar y motivar a mis hermanos y a mí para ser cada día personas mejores. Gracias por tus caricias, tus palabras, tus desvelos, tu inquebrantable fe en mí y por tu incondicional amor. No tengo, ni tendré con que pagarte todos los enormes sacrificios que has hecho para que yo haya llegado hasta donde estoy.

Emecito: Papi te doy las gracias por ser un padre maravilloso, por demostrar tu amor hacia mí cada día, por todos y cada uno de tus consejos y regaños. Gracias por creer y confiar en mí, por ser un amigo en quien puedo confiar ciegamente. Gracias por motivarme a llegar muy lejos impulsándome a fijarme metas y no límites. Gracias por ser tú mi padre, una persona que admiro y respeto profundamente.

A mis hermanos...

Memosita: Hermanita gracias por brindarme tu amor, tus consejos y tu compañía, por compartir conmigo tu mundo y por ser única.

Precioso: Enano gracias por ser tan especial, por estar conmigo en las buenas y malas, y por todo el amor que me demuestras día con día.

Calaverita: Gracias por ser como eres, por quererme y procurarte tanto, por todas tus ocurrencias y sentido del humor que me han levantado en momentos difíciles.

Eu: Gracias hermano por todo lo que me has brindado, tu amor, tu respeto, confianza y fe en mí.

A ti Concho gracias por ser un hombre tan especial e importante en mi vida. Te doy las gracias por estar a mi lado en todo momento, por tu amor, tus cuidados, tu respeto, tus enseñanzas. Gracias por compartir conmigo tus deseos, metas, anhelos, tus pensamientos. Te amo mucho.

Tío Mickey: Gracias tío por darme tu cariño, por ser como eres conmigo, por preocuparte por mis hermanos y por mí, por darme buenos consejos y jalarme las orejas cuando lo merezco. Sabes que te quiero muchísimo.

Tía Beba: Creo que nunca te dicho cuanto te quiero y te agradezco. Gracias por tus consejos y cuidados en los momentos que más lo hemos necesitado. Gracias por motivarme a seguir adelante y por los regaños cuando lo he merecido. Te quiero mucho.

Tía Malena: Gracias por todos los consejos que me has dado, por tu tiempo y tu cariño hacia nosotros. Gracias por respetar mis ideas y sentimientos. Quiero que sepas que aunque no lo digo Siempre has estado en un lugar muy especial de mi corazón.

Tío Jaime: Gracias por todos esos ratos tan amenos, por preocuparte por mí y brindarme tu mano.

A mis Tíos Chava, Beto, Patty y Gabriel gracias por todos esos momentos tan agradables, por ser tan cálidos y por todas sus enseñanzas y sabios consejos.

A esas personas que se nos han adelantado...

A mi mamá Consuelo le agradezco todo el amor con el que me cuidó y crió de pequeña.

A mi abuelita Celia y mi abuelito Salvador les doy las gracias por su cariño y cuidados. Gracias abuelita por dejar que me acercara a tí y por compartir conmigo tu amor, tus pensamientos, consejos y experiencias.

A mis amigos...

Solei: Te agradezco que seas una amiga incondicional que escucha y no juzga, que ha estado en buenos y difíciles momentos. Gracias por todo lo que hemos pasado juntas. Te quiero.

Monique: Te quiero mucho. Gracias por tu amistad incondicional, por tu cariño, tu confianza y por todas esas pláticas que hemos tenido.

Felipe y Rafa: Sólo quiero agradecerles el haberme brindado su amistad incondicional, su cariño y todos esos consejos que han significado mucho para mí. Los quiero mucho.

Fam. Corte Cruz: Sra. Ángela, Sr. Ramón, Payola y Ricardo gracias por su calidez, por todos esos gratos momentos, por preocuparse y por todos los consejos que de corazón me han brindado.

Fam. Carvajal Camacho: Gracias por ser tan buenos conmigo y abrirme las puertas de su casa. Gracias por su amistad. Los quiero mucho.

Biol. Ma. Del Carmen: Muchas gracias por todo lo que aprendí con usted. Le agradezco mucho el ser una amiga que abrió su corazón y me brindó su confianza y apoyo.

Agradezco a mi asesora, la Lic. Norma Estela Rojo Perea por su confianza, paciencia y preocupación por nosotros. Gracias por todo su tiempo y por habernos orientado y aconsejado durante la realización de la tesis.

Gracias a todos mis Profesores por compartir sus conocimientos, experiencia y consejos conmigo.

Agradezco a la UNAM el permitirme seguir mis estudios en una institución tan importante y de tan alto prestigio.

Y agradezco a mi querida escuela la FES Aragón que me permitió formar parte de ella. Gracias por brindarme las herramientas necesarias a lo largo de mi carrera para ser una profesionista de calidad.

**CLAUDIA**

## **A G R A D E C I M I E N T O S**

Agradezco:

A Dios por darme la oportunidad de vivir y disfrutar tantos momentos que me han hecho crecer.

A mis padres:

Ángela. "My Mother", tu sabes lo importante que eres para mí y todo lo que te quiero aunque pienses lo contrario, y por eso te agradezco por todos los sustos, enojos, alegrías, sacrificios físicos y sentimentales que has tenido hacia mi (y hacia mis hermanos) por todas las noches que te desvelaste junto a mi cuando estuve enfermo ó cuando habíamos tenido un día difícil, y por todo el amor y apoyo incondicional igracias!

Ramón. Mi querido "Hombre De Cromañón" gracias por ser un padre muy padre, tu también me has demostrado y enseñado cosas muy buenas me enseñaste a respetar mis principios, a creer en mí, tu me has demostrado que si uno lo quiere se puede hacer, tu fuiste mi mejor ejemplo de que no soy menos ni mas que los demás, papa gracias por ser como eres y por quererme tanto te quiero mi querido antiguo.

A mis hermanos:

Ricardo. "Emperador" quiero agradecerte por todos esos ratos en los que nos divertimos, nos hemos peleado y nos apoyamos, gracias por confiar en mi, por estar siempre apoyándome y enseñándome lo que es un buen hermano.

Paola. "Princesa Akasha" gracias por estar con migo en todo momento, por alegrarme con tus locuras, por ayudarme cuando lo he necesitado, y por que por ti me eh atrevido a ser cosas que jamás me imagine que podía a ser.

Kitty. Gracias por ser un pilar muy importante en mi vida sentimental y profesional, por estar ahí cuando te he necesitado y cuando no también, por creer en mí y por ayudarme a levantar cuando más mal me eh sentido, y por todo aquello que no menciono por que no cabría, por esos momentos tan especiales y por todo ese amor que me demuestras. ¡Te amo mucho chaparra!

Abuelita Dominga. Gracias por estar con migo durante mi niñez a papachándome, queriéndome y sobre todo cuidándome cuando mis papas trabajaban.

A mi tía Gloria y a mi tío Fili, por impulsarme y motivarme a seguir adelante. Por que siempre han estado cuando los eh necesitado, por que me han brindado el mismo cariño y amor que a mis primos así como la confianza, gracias por todo ese apoya incondicional que han tenido conmigo. A ti tía muchas gracias por ser como eres.

A mi tía Susana, por que a pesar que estas muy, pero muy lejos siempre has estado al pendiente de mí (de mis hermanos) desde que era un bebe, dándome un muy buen concejo, brindándome un poco de tu tiempo y sobre todo por que nunca nos has dejado solos. ¡Gracias!

A mi tía Sofía, por brindarme el cariño, no de una tía a su sobrino, si no más, por que tu apoyo ha sido muy importante, así como, cuando platicas conmigo diciéndome lo que debo hacer, por que me has enseñado que siempre que los momentos sean difíciles uno debe de levantar la frente y seguir.

A mi tío Germán y a mi tía Edna, por todo el apoyo incondicional que me han brindado, por que siempre me han dicho las cosas por su nombre y como son, y sobre todo por que me han brindado su confianza.

A mi tío Leandro y a mi tía Columba: por que me han enseñado que con esfuerzo y perseverancia se puede llegar a donde uno se lo propone, y por mostrarme como un profesionista debe de ser.

A mi Abuelita Graciela, porque ella me ha enseñado que no importa cuantas veces caigas, sino las veces que te levantas para seguir adelante

Agradezco a la familia Horcasitas Domínguez, por la confianza, la amabilidad, por ser siempre tan amigables y todas esas atenciones que han tenido para conmigo

A mis amigos, todos y cada uno de ellos que no mencioné por no dejar a alguno fuera, pero saben bien a quien me refiero, por señalarme mis errores y por decirme lo que es y no lo que quiero oír.



A la UNAM por darme la oportunidad de pertenecer a ella y con esto seguir preparándome.

A la FES Aragón porque me brindó la oportunidad de estar en una gran escuela de gran nivel. Gracias...

A mi asesora la lic. Norma Estela Rojo Perea por haberme guiado y asesorado en nuestra investigación, y darme parte de su tiempo y experiencia.

Y a los profesores por transmitirme su sabiduría y experiencia para poder así ejercer con responsabilidad la carrera.

**CARLOS**

**Mucho tiempo después que nuestros cuerpos sean polvo  
los residuos seguirán como una amenaza a los ecosistemas  
del planeta. Si la raza humana consigue resolver esta  
y otras dificultades ambientales, o al menos controlar  
y reducir sus efectos, podremos encarar el futuro con esperanza.**

**Dr. Rodolfo Godínez Rosales**

## SUMARIO

---

	PÁG.
INTRODUCCIÓN	x
ABREVIATURAS Y SIGLAS	xiv
CAPÍTULO I. GENERALIDADES SOBRE LOS RESIDUOS	1
1.1. Definición de Residuo.....	2
1.2. Definición de Residuo Sólido.....	4
1.3. Clasificación.....	5
1.3.1. Atendiendo a su origen.....	5
1.3.1.1. Industriales.....	6
1.3.1.2. Mineros.....	10
1.3.1.3. Hospitalarios o Sanatorios.....	10
1.3.1.4. Agrícolas.....	12
1.3.1.5. Ganaderos.....	12
1.3.1.6. Municipales.....	13
1.3.2. Atendiendo a su grado de riesgo.....	13
1.3.3. Atendiendo a su capacidad de reuso.....	13
1.3.3.1. Reciclables.....	14
1.3.3.2. No reciclables.....	16
1.3.4. Atendiendo a la capacidad del ambiente para descomponerlos.....	16
1.3.4.1. Biodegradables.....	16
1.3.4.2. No Biodegradables.....	18
1.4. Clasificaciones en otros países.....	18

1.4.1. Clasificación Alemana.....	18
1.4.2. Clasificación de la OMS.....	20
1.4.3. Clasificación de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.....	21
1.5. Residuos Sólidos Municipales.....	23
<b>CAPÍTULO II. RESIDUOS PELIGROSOS</b>	
2.1. Definición.....	29
2.2. Código CRETIB.....	30
2.2.1. Corrosividad.....	31
2.2.2. Reactividad.....	32
2.2.3. Explosividad.....	32
2.2.4. Toxicidad.....	33
2.2.5. Inflamabilidad.....	33
2.2.6. Características Biológico- infecciosas.....	34
2.3. Generación.....	40
2.4. Manejo.....	41
2.5. Importación y exportación.....	47
2.6. Medidas de control, de seguridad y sanciones.....	48
2.7. Actividades de alto riesgo.....	49
<b>CAPÍTULO III. LEGISLACIÓN Y NORMATIVIDAD EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS</b>	
3.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.....	52
3.2. Tratados Internacionales.....	54
3.2.1. Convenio de Basilea.....	54

3.2.1.1. Principales Disposiciones del Convenio de Basilea.....	56
3.2.1. Acuerdo de la Paz.....	59
3.2.2. Tratado de Libre Comercio para América del Norte.....	60
3.2.3. Agenda XXI de las Naciones Unidas.....	64
3.2.5 Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.....	66
3.3. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.....	68
3.4. Normas Oficiales Mexicanas (NOM).....	73
3.5. Reglamento de la LGEEPA.....	76
3.6. Legislación Internacional.....	76
3.6.1. Alemania.....	78
3.6.1.1. Observaciones Críticas sobre la Legislación Alemana de Residuos.....	87
3.6.2. Estados Unidos.....	95
<b>CAPÍTULO IV. RESIDUOS PELIGROSOS DOMÉSTICOS</b>	<b>109</b>
4.1. Algunas sustancias en los productos de consumo doméstico.....	110
4.1.1. Acetona.....	111
4.1.2. Ácido Oxiálico.....	113
4.1.3. Alcoholes.....	115
4.1.3.1. Alcohol Isopropílico.....	120
4.1.3.2. Butanol.....	120
4.1.3.3. Etanol.....	120

4.1.3.4. Etilenglicol.....	124
4.1.3.5. Metanol .....	126
4.1.4. Aluminio.....	126
4.1.5. Amoniacó.....	128
4.1.6. Arsénico.....	130
4.1.7. Benceno.....	131
4.1.8. Benzo [a] pireno (B[a]P).....	134
4.1.9. Cadmio.....	136
4.1.10. CFC.....	137
4.1.11. Cinc.....	140
4.1.12. Cloro, Cloruro de hidrógeno, ácido clorhídrico e hipoclorito.....	144
4.1.13. Cloroformo.....	148
4.1.14. Cloruro de Metileno.....	152
4.1.15. Colorantes de Alimentos.....	154
4.1.16. Estricnina.....	157
4.1.17. Fluoruros.....	158
4.1.18. Formaldehidos.....	161
4.1.19. Glutamato Monosódico.....	165
4.1.20. Hidróxido de Sodio.....	167
4.1.21. Mercurio.....	170
4.1.22. Naftaleno.....	179
4.1.23. Nicotina.....	180
4.1.24. Niquel.....	182
4.1.25. Nitratos, Nitritos, Nitrosaminas.....	185

4.1.26 . Plomo.....	192
4.1.27 Sacarina.....	195
4.1.28 . Sulfitos.....	197
4.2. Tipos de residuos domésticos.....	199
4.2.1. Limpiadores domésticos.....	200
4.2.2. Mantenimiento de la casa.....	203
4.2.3. Productos para el Jardín/ plagas.....	206
4.2.4. Cosméticos.....	210
4.2.5. Botiquín.....	214
4.2.6. Productos para el automóvil.....	217
4.2.7. Otros.....	220
PROPUESTA.....	227
CONCLUSIONES.....	235
GLOSARIO.....	238
BIBLIOGRAFÍA.....	247

## INTRODUCCIÓN

La tierra es una parte muy pequeña de un vasto universo, pero es nuestro hogar. Proporciona los recursos que sostienen nuestra sociedad moderna y los ingredientes necesarios para mantener la vida. Por consiguiente, el conocimiento y la comprensión de nuestro planeta son cruciales para nuestro bienestar social y, de hecho, son vitales para nuestra supervivencia.

Consecuentemente, el hombre comparte con los restantes organismos vivos que cohabitan el planeta un mismo medio y, por tanto, está sometido a unas mismas condiciones. Sin embargo, su peculiar desarrollo psíquico le ha permitido independizarse en cierta medida de su entorno y esto ha conducido a que de modo creciente se haya convertido también en un importante modificador del medio.

Así, la civilización como creación de nuestra especie, ha ido acompañada de una alteración cada vez mayor del entorno, un fenómeno que se puede constatar en general como destructivo.

Las sociedades humanas siempre han producido residuos, pero es ahora, en la sociedad de consumo, cuando la basura ha crecido de forma desorbitada, además de que se ha incrementado su toxicidad.



Cada día generamos más basura, contribuyendo así a que los residuos se conviertan en un gran problema. Cada ciudadano puede generar por término medio 1 kilogramo de basura al día, o sea 365 Kg. al año.

A lo anterior, tenemos que añadir que en el hogar muchos de los desechos o residuos se generan como resultado del consumo de productos que contienen sustancias tóxicas o peligrosas. Las sustancias tóxicas son productos químicos cuya fabricación, procesado, distribución, uso y eliminación representan un riesgo inasumible para la salud humana y el medio ambiente.

La mayoría de estas sustancias tóxicas son productos químicos sintéticos que penetran en el medio ambiente y persisten en él durante largos periodos de tiempo. Si éstas se filtran al suelo o al agua, pueden contaminar el suministro de agua, el aire, las cosechas y los animales domésticos, y han sido asociadas a defectos congénitos humanos, abortos y enfermedades orgánicas.

Lamentablemente, la mayoría de los productos domésticos, bien porque son líquidos o porque se usan disueltos en el agua, suelen terminar vertidos por los desagües o por el inodoro, contaminando las aguas residuales urbanas. Otros acaban en las bolsas de basura dificultando procesos de reciclaje como el compostaje, y convirtiendo a los sistemas de tratamientos de residuos, vertederos e incineradoras, en grandes emisores de sustancias tóxicas y peligrosas.

No hay que olvidar que la contaminación de estos productos en cuestión no comienza en el hogar, durante todo su ciclo de vida suponen un problema, y ya

desde la fase de producción contaminan el medio ambiente y representan un alto riesgo sanitario tanto para los consumidores como para los trabajadores que los manipulan.

A pesar de los riesgos conocidos, el problema no lleva camino de solucionarse. Recientemente, se han fabricado más de 4 millones de productos químicos sintéticos nuevos en un periodo de quince años, y se crean de 500 a 1.000 productos nuevos más al año.

Una vez dada una breve reseña sobre la problemática de los residuos y en particular de los residuos peligrosos domésticos, cabe destacar que el presente trabajo de tesis consta de cuatro capítulos:

- I. Generalidades sobre los Residuos
- II. Residuos Peligrosos
- III. Legislación y Normatividad en materia de Residuos Peligrosos
- IV. Residuos Peligrosos Domésticos

Asimismo, el presente trabajo se basa en el método deductivo, es decir, los temas van orientados de lo general a lo particular. Por lo que comenzamos el Capítulo I con el tema de los residuos, ya que este tema es el punto de partida de nuestra investigación.

Posteriormente, en el Capítulo II hablamos de los residuos peligrosos, abordando puntos como el código CRETIB (Corrosivo, Reactivo, Explosivo,

Tóxico, Inflamable y Biológico- infeccioso) que es sumamente importante para la identificación de los residuos peligrosos, la generación, manejo, importación y exportación de los residuos peligrosos, entre otros. Todo esto con el fin de aportar una perspectiva más amplia del problema de los residuos peligrosos domésticos.

En el Capítulo III abordamos lo concerniente a la legislación y normatividad tanto nacional como internacional con respecto a los residuos peligrosos.

Y en el Capítulo IV se habla del punto medular de nuestra tesis, los Residuos Peligrosos Domésticos ubicándolos en varias categorías que atienden a los diferentes lugares donde pueden encontrarse. En consecuencia, se habla también de algunas de las sustancias en los productos de consumo con características del código CRETIB.

**ABREVIATURAS Y SIGLAS**

<b>ADN</b>	Ácido Desoxirribonucleico
<b>art. (s)</b>	artículo (s)
<b>atm.</b>	atmósfera
<b>ATSDR</b>	Agencia de Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades
<b>BPC's</b>	Bifenilos Policlorados
<b>CAE</b>	Coordinadores de Asesoría y Enlace
<b>°C</b>	grados Celcius
<b>CFC</b>	Código de Reglamentos Federales
<b>CFR</b>	clorofluorocarbonos
<b>CIS</b>	Coordinadores in situ
<b>CFR</b>	Código de Reglamentos Federales
<b>CNE</b>	Código Federal de Reglamentos
<b>CRETIB</b>	corrosivos, reactivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos
<b>DDT</b>	diclorodifeniltricloroetano
<b>DOF</b>	Diario Oficial de la Federación
<b>D.F.</b>	Distrito Federal
<b>EPR</b>	(por sus siglas en inglés) Responsabilidad extendida del fabricante
<b>ERC</b>	Equipo de Respuesta Conjunta
<b>EU/ EUA</b>	Estados Unidos / Estados Unidos de América
<b>fig.</b>	figura
<b>GMS</b>	Glutamato monosódico
<b>EPA</b>	Enviromental Protection Agency
<b>frac.</b>	fracción

<b>hr. (s)</b>	hora (s)
<b>Idem</b>	igual
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Ecología
<b>INEGI</b>	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática
<b>Kg.</b>	kilogramo
<b>LA</b>	Ley Ambiental
<b>LGEEPA</b>	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
<b>ml.</b>	mililitro
<b>mg.</b>	miligramo
<b>MWTA</b>	Ley para el Seguimiento de los Residuos Médicos (por sus siglas en inglés)
<b>NOM</b>	Norma Oficial Mexicana
<b>pH</b>	Potencial de hidrógeno
<b>p., pp.</b>	Página (s)
<b>POP's</b>	(por sus siglas en inglés) Contaminantes Orgánicos Persistentes
<b>PROFEPA</b>	Procuraduría Federal de Protección Ambiental
<b>PVC</b>	Policloruro de vinilo
<b>OCDE</b>	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>ONU</b>	Organización de las Naciones Unidas
<b>Op. cit.</b>	<i>Opus citato</i> : obra citada
<b>RCRA</b>	Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (siglas en inglés)
<b>R.P.</b>	Residuo Peligroso
<b>SARA</b>	(siglas en inglés) Ley de Reformas al Superhondo y Reautorización
<b>SECOFI</b>	Secretaría de Comercio y Fomento Industrial

<b>SEDESOL</b>	Secretaria de Desarrollo Social
<b>SEDUE</b>	Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología
<b>SEMARNAT</b>	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
<b>TLC</b>	Tratado de Libre Comercio
<b>TLCAN</b>	Tratado de Libre Comercio para América del Norte
<b>TSCA</b>	Ley sobre el Control de Sustancias Tóxicas (siglas en inglés)
<b>U.S.A</b>	<i>United States of America</i>

**CAPÍTULO I**  
**GENERALIDADES SOBRE LOS RESIDUOS**

**Mientras mejor conozcamos nuestro entorno y la manera como se relacionan entre si los elementos que lo conforman, más eficazmente aprenderemos a conservarlo.**

**Carmen Sámano Pineda**

Todas las personas, industrias y prestadores de servicio en su actividad cotidiana generan residuos o desechos, lo que comúnmente se denomina como basura. Estos desechos son la causa principal de contaminación del suelo, ya que desde siempre éste ha sido utilizado para depositar los residuos, incluyendo los que han sido removidos del aire y de la tierra.

Asimismo, los desechos son focos de reproducción de fauna nociva, causa de olores desagradables, contaminación del agua y fuentes de riesgo para el ser humano y para los ecosistemas en general.

Por todo lo anterior, es necesario hablar acerca de los residuos debido a que éstos a parte de ser un tema de actualidad constituyen uno de los mayores problemas que han surgido en nuestros tiempos y que de no poner un alto en un futuro no muy lejano podrían rebasarnos.

Este capítulo aborda de una manera general el tema de los residuos y en especial a los residuos sólidos, señalando las diversas clasificaciones existentes en México y en algunos países atendiendo a diversos criterios.

### **1.1. Definición de Residuo**

Comenzaremos con la definición dada por el diccionario y este expone que un residuo es la parte o porción que queda de un todo.<sup>1</sup>

Asimismo, el diccionario para juristas<sup>2</sup> coincide completamente con la anterior definición. Y si tomáramos esta definición como base para el análisis de lo que es un residuo, saltarían a la mente muchas interrogantes como ¿a qué se refiere con un

---

<sup>1</sup> Gran Diccionario Enciclopédico Visual, Programa Educativo Visual, Colombia, 1994. p. 1056

<sup>2</sup> PALOMAR DE MIGUEL, JUAN. Diccionario para Juristas, Tomo II. J-Z, Editorial Porrúa, México, 2000. p.1373



todo?, ¿qué parte de ese todo es la que tomaríamos como residuo?, ¿Qué hay con los procesos que son parte fundamental para la generación de los residuos? o simplemente ¿qué hay después de que quede esa supuesta parte?, en fin solo nos queda decir que esta definición que nos proporcionan los dos diccionarios en cuestión, es una noción sumamente vaga y fuera de todo contexto .

Por su parte, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente se refiere también al significado de lo que es un residuo en su artículo tercero.

**Art. 3° Frac. XXXI.** 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.

Sin embargo, esta definición es limitada, y esta limitación deriva del hecho de que ignora la posibilidad de que tales materiales, cuando son peligrosos y se generan en un proceso como productos no deseados, puedan ser reusados como insumos de otros procesos distintos, lo cual impone costos que derivan de su manejo como residuos peligrosos que son mayores a los de su manejo como materiales, aún cuando éstos también sean peligrosos.

Por otro lado, hay objetos o materiales que son residuos en determinadas situaciones, mientras que en otras se aprovechan. En los países desarrollados tiran diariamente a la basura (fig. 1) una gran cantidad de cosas que en los países en vías de desarrollo volverían a ser utilizadas o seguirían siendo bienes valiosos. Además muchos residuos se pueden reciclar si se dispone de las tecnologías adecuadas y el proceso es económicamente rentable. Una buena gestión de los residuos persigue

precisamente no perder el valor económico y la utilidad que pueden tener muchos de ellos y usarlos como materiales útiles en vez de tirarlos.



**fig. 1** Los consumidores de estados Unidos tiran cantidades asombrosas de residuos sólidos. Tan solo se estima que anualmente las cifras ascienden a 65 millones de toneladas por año.

## 1.2. Definición de Residuo Sólido

De acuerdo a la Enciclopedia Encarta, los residuos sólidos son considerados como fracción de los materiales de desecho que se producen tras la fabricación, transformación o utilización de bienes de consumo, que no se presentan en estado líquido o gaseoso.<sup>3</sup>

La Ley Ambiental del D.F. expone la definición de residuo sólido.

**Art. 5°. Residuos Sólidos.** Todos aquellos residuos en estado sólido que provengan de actividades domésticas o de establecimientos industriales, mercantiles y de servicios que no posean las características que los hagan peligrosos.

La Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal<sup>4</sup> señala lo siguiente:

**Art. 3°.** Para los efectos de la presente Ley se entiende por:

**Frac. XXXIV. Residuos sólidos:** El material, producto o subproducto que sin

<sup>3</sup> "Residuos Sólidos" Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation. R.D.

<sup>4</sup> Publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 22 de abril de 2003.

ser considerado como peligroso, se descarte o deseche y que sea susceptible de ser aprovechado o requiera sujetarse a métodos de tratamiento o disposición final.

Por su parte, la EPA define residuo sólido como basura, desperdicio, todos u otro material que se descarta (incluyendo sólidos, semi- sólidos, líquidos y materiales gaseosos en recipientes).

Asimismo, la información sobre las propiedades de los residuos sólidos es importante en la evaluación de las necesidades de equipamiento, sistemas, planes y programas de manejo, especialmente con respecto a la disposición e implementación de un sistema de recuperación de energía. Para el caso de la composición física se deben identificar los componentes individuales, analizar el tamaño de las partículas, el contenido de la mezcla y la densidad de los materiales.

El conocimiento de la composición química es importante para establecer alternativas de procesamiento y opciones de recuperación de energía.

### **1.3. Clasificación**

Para poder disponer de los residuos eficazmente es importante distinguir los distintos tipos que hay. El residuo se puede clasificar de varias formas, tanto por origen, el riesgo que implican o simplemente por su capacidad de reuso.

#### **1.3. 1. Atendiendo a su origen**

Se puede definir el residuo por la actividad que lo origine, esencialmente es una clasificación sectorial.

### 1.3.1.1. Industriales

Conforme avanza la civilización, aumentan las necesidades de adquirir diversos productos, y con ello, también se incrementa el número de industrias que compiten para producir estos satisfactores.

Así, podemos definir a los Residuos Industriales como cualquier elemento, sustancia u objeto en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso, obtenido como resultado de un proceso industrial, por la realización de una actividad de servicio, o por estar relacionado directa o indirectamente con la actividad, incluyendo eventuales emergencias o accidentes, del cual su poseedor productor o generador no pueda utilizarlo, se desprenda o tenga la obligación legal de hacerlo.

El término residuo industrial es empleado de manera indefinida para identificar a la corriente o flujo de materias que egresan del proceso y que ya no tienen un valor concretamente para ese proceso.

No obstante dichas materias residuales pueden tener un aprovechamiento en otro u otros procesos industriales.

En consecuencia se pueden identificar cinco oportunidades de generación de residuos:

- Residuos generados en las operaciones rutinarias y normales de producción.
- Residuos generados en situaciones limitadas y transitorias de salida de régimen del proceso productivo.
- Residuos generados por pérdidas o emisiones fugitivas.
- Residuos generados como consecuencia de accidentes.
- Residuos generados en instalaciones de almacenamiento de materias primas.

Del mismo modo, dentro de los residuos que genera la industria es conveniente diferenciar entre:

**a) Residuos industriales inertes.-** Que son escombros y materiales similares, en general, no peligrosos para el medio ambiente, aunque algunos procedentes de la minería pueden contener elementos tóxicos.

**b) Similares a residuos sólidos urbanos.-** Son generados por la actividad industrial como los plásticos, cenizas, residuos de demolición y construcción.<sup>5</sup> Restos de comedores, oficinas, etc.

**c) Residuos industriales peligrosos.-** Que por su composición química u otras características requieren tratamiento especial.

La cantidad de residuos que genera una industria es función de la tecnología del proceso productivo, calidad de las materias primas o productos intermedios, propiedades físicas y químicas de las materias auxiliares empleadas, combustibles utilizados y los envases y embalajes del proceso.

Un residuo industrial se genera debido a que de la totalidad de las materias primas ingresantes a un proceso industrial, menos del 100 % de las mismas egresan formando parte del producto terminado (fig.2). Es decir los procesos de transformación tienen un rendimiento menor a la unidad.



**fig. 2** Los residuos industriales (gases, líquidos, sólidos) son generados en numerosos procesos diferentes, variando las cantidades producidas y características de los mismos de manera amplia según el proceso.

<sup>5</sup> ARELLANO DÍAZ, JAVIER. *Introducción a la Ingeniería Ambiental*, Alfaomega Grupo Editor, México, 2002, p. 53

En el caso particular de México, desafortunadamente, la gran mayoría de las industrias no cuentan con programas para manejar los desechos que eliminan en sus procesos de fabricación y, al no contar tampoco con plantas de tratamiento, depositan sus residuos, en muchos casos tóxicos, al drenaje o a cuerpos de agua que se afectan gravemente.

Algunas industrias son responsables de contaminar el agua con sustancias tóxicas, en ocasiones mortales, como el plomo, mercurio, cromo, cadmio, etc.

En la República mexicana las industrias se encuentran agrupadas en nueve categorías<sup>6</sup>, como lo observamos en la tabla:

<b>ACTIVIDAD INDUSTRIAL EN MÉXICO</b>	
<b>GRUPO I</b>	Productos alimenticios, bebidas y tabaco
<b>GRUPO II</b>	Industria textil, prendas de vestir e industria del cuero
<b>GRUPO III</b>	Industria de la madera y sus productos
<b>GRUPO IV</b>	Papel, productos de papel, editores e imprentas
<b>GRUPO V</b>	Sustancias químicas, derivados del petróleo, productos de plástico y caucho
<b>GRUPO VI</b>	Productos de minerales no metálicos (excepto petróleo y carbón)
<b>GRUPO VII</b>	Industrias metálicas básicas
<b>GRUPO VIII</b>	Productos metálicos, maquinaria y equipo
<b>GRUPO IX</b>	Otras industrias manufactureras

Tabla 1 De estas industrias, las que mayor impacto ambiental ocasionan por las sustancias que arrojan a la atmósfera y el agua que contaminan en sus procesos son: cementera, de celulosa y papel, textil, de cerámica y minerales no metálicos, metálica ferrosa, química y derivados del petróleo, de alimentos y bebidas, metálica no ferrosa, etc.

<sup>6</sup> INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de México 1990 – 1993, 1994.

Además, la mayoría de las industrias, que suman casi 173 mil, generan diariamente 460 mil toneladas de residuos, de los cuales aproximadamente 15 mil son peligrosos.

Las cantidades de residuos sólidos industriales (en toneladas diarias) generados por algunas industrias en el siglo pasado fueron: la industria minera 337,500; la industria química 81, 000 y la agroindustria 31 500.

A la postre la generación de este tipo de residuos en la ciudad de México<sup>7</sup>, se señala en la tabla siguiente:

<b>Delegación</b>	<b>Miles de toneladas mensuales</b>	<b>Delegación</b>	<b>Miles de toneladas mensuales</b>
Álvaro Obregón	14.18	Iztapalapa	17.66
Azcapotzalco	27.49	Magdalena Contreras	0.22
Benito Juárez	14.90	Miguel Hidalgo	21.94
Coyoacán	18.45	Milpa Alta	0.03
Cuajimalpa	1.99	Tláhuac	1.35
Cuauhtémoc	16.72	Tlalpan	4.26
Gustavo A. Madero	12.85	Venustiano Carranza	6.58
Iztacalco	12.34	Xochimilco	2.56

**Tabla 2 De la presente tabla puede deducirse que la delegación que más genera residuos industriales es la de Azcapotzalco con 27.49 mil toneladas por mes.**

<sup>7</sup> Sedue / CNE, México: Informe de la situación general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente 1989 – 1990, México, 1992.

### 1.3.1.2. Mineros

Los residuos mineros incluyen los materiales que son removidos para ganar acceso a los minerales y todos los residuos provenientes de los procesos mineros (fig.3). En Chile y en el mundo las estadísticas de producción son bastante limitadas. Actualmente la industria del cobre se encuentra empeñada en la implementación de un manejo apropiado de estos residuos, por lo cual se espera en un futuro próximo contar con estadísticas apropiadas.



fig. 3 La minería siempre implica la extracción física de materiales de la corteza terrestre, con frecuencia en grandes cantidades para recuperar sólo pequeños volúmenes del producto deseado. Por eso resulta imposible que la minería no afecte al medio ambiente, al menos en la zona de la mina. De hecho, algunos consideran que la minería es una de las causas más importantes de la degradación medioambiental provocada por los seres humanos.

### 1.3.1.3. Hospitalarios o Sanatorios

Los residuos hospitalarios constituyen una de las principales y más peligrosas fuentes de contaminación del suelo, agua y aire, ya que contiene agentes patógenos y sustancias tóxicas. Estos se consideran peligrosos porque de acuerdo con sus características pertenecen al rango CRETIB.

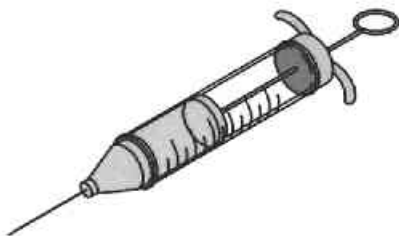
Este tipo de desechos incluye material de curación, medicamentos, reactivos o químicos utilizados en los laboratorios clínicos y forenses de los hospitales,



accesorios de radiología, etc.

Actualmente el manejo de los residuos hospitalarios no es el más apropiado, al no existir un reglamento claro al respecto. El manejo de estos residuos es realizado a nivel de generador y no bajo un sistema descentralizado. A nivel de hospital los residuos son generalmente esterilizados.

La composición de los residuos hospitalarios varía desde el residuo tipo residencial y comercial a residuos de tipo médico conteniendo sustancias peligrosas (fig. 4).



**fig. 4 Las jeringas son consideradas residuos hospitalarios y pueden ser consideradas como desechos tóxicos debido a que pueden contener alguna sustancia peligrosa.**

Según el *Integrated Waste Management Board* (Consejo Administrativo de Desechos Integrales) de California, Estados Unidos, se entiende por residuo médico aquél que está compuesto por residuos que son generados como resultado de:

- a) Tratamiento, diagnóstico o inmunización de humanos o animales.
- b) Investigación conducente a la producción o prueba de preparaciones médicas hechas de organismos vivos y sus productos.

#### 1.3.1.4. Agrícolas

Las actividades agrícolas están encaminadas a obtener del suelo recursos alimenticios para animales y personas. Sin embargo, como cualquier otra actividad, la agricultura puede generar desechos que alteren las condiciones del medio ambiente.

#### 1.3.1.5. Ganaderos

Los desechos ganaderos son los residuos generados por el ganado (fig. 5); entre ellos están los excrementos y la orina. Aunque la materia fecal del ganado es un excelente abono orgánico para las tierras de cultivo, si no se utiliza de inmediato se descompone, produce olores desagradables, atrae moscas y otros animales y finalmente puede ser acarreada por la lluvia a los ríos, lagos o el mar.

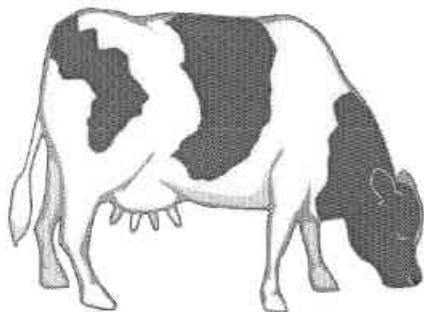


fig. 5 El ganado no sólo se cría para la producción de alimentos sino que también es empleado como fuente de abono obtenido de sus excrementos.

### 1.3.1.6. Municipales

Se refiere a los residuos generados en las casa habitación; comercios (tiendas, restaurantes o mercados); áreas abiertas (parques o jardines y en instalaciones de plantas de tratamiento de aguas) (fig. 6).



fig. 6 Los residuos al aire libre atraen a ratas, insectos y otros animales, además de generar olores fétidos y ser focos de infección.

### 1.3.2. Atendiendo a su grado de riesgo

➔ **Peligrosos:** Son residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos de manejar y/o disponer y pueden causar muerte, enfermedad; o que son peligrosos para la salud o el medio ambiente cuando son manejados en forma inapropiada.

➔ **No peligrosos.**

### 1.3.3. Atendiendo a su capacidad de reuso

En esta clasificación podemos distinguir dos tipos los que pueden ser reciclados y los que no.

### 1.3.3.1. Reciclables

Son aquellos residuos que pueden someterse a un nuevo proceso industrial en forma de materia prima para generar nuevos productos.<sup>8</sup>

La práctica del reciclado de residuos sólidos es muy antigua. Los utensilios metálicos se funden y remodelan desde tiempos prehistóricos. En la actualidad los materiales reciclables se recuperan de muchas maneras, como el desfibrado, la separación magnética de metales, separación de materiales ligeros y pesados, criba y lavado ( fig. 7 ).



fig. 7 En este punto se prensan las latas de aluminio en grandes bloques. Muchas empresas e individuos reciclan los residuos de aluminio para conservar recursos naturales no renovables.

Otro método de recuperación es la reducción a pulpa. Los residuos se mezclan con agua y se convierten en una lechada pastosa al pasarlos por un triturador (fig. 8). Los trozos de metal y otros sólidos se extraen con dispositivos magnéticos y la pulpa se introduce en una centrifugadora. Aquí se separan los materiales más pesados, como trozos de cristal, y se envían a sistemas de reciclado; otros materiales más ligeros se mandan a plantas de reciclado de papel y fibra, y el residuo restante se incinera o se deposita en un vertedero.

<sup>8</sup> BAQUEIRO ROJAS, EDGARD. *Introducción al derecho Ecológico*, Editorial Oxford, México, 1997. p. 54



**fig. 8** Los periódicos se trituran y se comprimen para fabricar productos de papel reciclado.

Las autoridades locales de muchos países piden a los consumidores que depositen botellas, latas, papel y cartón en contenedores separados del resto de la basura. Unos camiones especiales recogen los contenedores y envían estos materiales a las instalaciones de reciclado, reduciendo el trabajo en incineradoras y los residuos en los vertederos.<sup>9</sup>

Los ecologistas nos previenen de ser engañados por etiquetas que aseguran que las bolsas de papel o de plástico, u otros objetos, son reciclables. Lo que cuenta es si un elemento es realmente reciclable, y si completamos el ciclo de reciclado comprando productos con el máximo contenido de materiales posconsumidor reciclados (fig. 9).



**fig. 9** Este símbolo significa reciclado y muchos de los productos que adquirimos lo contienen en la etiqueta.

---

<sup>9</sup>"Eliminación de residuos sólidos." Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation. R.D.

### **1.3.3.2. No reciclables**

Con estos nos referimos a los que no se pueden volver a usar y que requieren de sitios especiales para su disposición.

### **1.3.4. Atendiendo a la capacidad del ambiente para descomponerlos**

Tenemos dos: los que son biodegradables y los no biodegradables.

#### **1.3.4.1. Biodegradables**

La biodegradabilidad es una propiedad que tienen algunos materiales complejos de ser degradados por microorganismos para formar productos finales sencillos. Estos productos se dan de manera natural en el medio ambiente y también se producen de forma artificial (productos xenobióticos). Por tanto, la biodegradabilidad es importante para determinar el comportamiento de estos compuestos químicos en el medio. Dentro del ecosistema biológico, los microorganismos han acumulado un amplio espectro de enzimas para degradar productos naturales; estas enzimas se utilizan mucho en la industria alimentaria y en el tratamiento y purificación de aguas residuales.

Debido al rápido crecimiento industrial que ha tenido lugar en el curso de los últimos 20 a 30 años, la contaminación del medio ambiente se ha intensificado, pues los microorganismos no pueden descomponer algunos de los complejos productos residuales de la industria química. Una proporción considerable de la contaminación del agua se debe a la liberación regular de vertidos industriales en el agua de los ríos. Estos vertidos incluyen residuos agrícolas, domésticos e industriales, que

contienen todos ellos una variedad considerable de compuestos biodegradables y no biodegradables. Por tanto, cada vez es más importante identificar los compuestos presentes en tales vertidos para lograr una biodegradación eficaz.

La biodegradabilidad de un compuesto depende de las condiciones biológicas en las que se degrade y de su estructura química. Ésta influye decisivamente en la biodegradabilidad de algunos compuestos orgánicos; así, la naturaleza química de muchos detergentes, plásticos, materiales de embalaje y residuos médicos los hace resistentes a la degradación microbiana. En general, un número elevado de grupos funcionales (grupos de átomos) enlazados a un anillo bencénico en una molécula orgánica dificulta el ataque microbiano.

La sociedad debe ser consciente de la importancia a largo plazo de los materiales biodegradables. La investigación ha demostrado que los métodos rápidos de selección, introducidos por primera vez en la década de 1970, deberían aplicarse a mayor escala para determinar el potencial de degradación de los componentes de las aguas residuales y los compuestos orgánicos puros. Estas pruebas rápidas y sencillas han permitido identificar compuestos refractarios y potencialmente peligrosos en un amplio espectro de flujos de residuos.

En este orden de ideas, tenemos que los residuos biodegradables son material orgánico que se transforma por medios biológicos; cuando se depositan en basureros a cielo abierto se convierten en criaderos de fauna nociva y microorganismos que dañan a la salud. Nuestra legislación promueve el método de composteo<sup>10</sup>. Todos los desechos orgánicos como fruta, verdura, carnes, plantas, excretas, etc. se descomponen naturalmente.<sup>11</sup>

---

<sup>10</sup> El **composteo** consiste en un proceso de descomposición bioquímica de los sustratos orgánicos de los residuos sólidos bajo condiciones controladas para lograr su estabilización.

<sup>11</sup> BAQUEIRO ROJAS, EDGARD. Op. cit. p. 56.

### **1.3.4.2. No biodegradables**

Son desconocidos para la naturaleza, que no tiene la capacidad de descomponerlos.<sup>12</sup>

Las sustancias no biodegradables o refractarias resisten los ataques microbianos; pertenecen a esta categoría los fenoles y los compuestos orgánicos clorados. Las sustancias refractarias persisten en el medio durante mucho tiempo, por lo general varios días, mientras que los compuestos biodegradables pueden desaparecer en el curso de minutos u horas.

## **1.4. Clasificaciones en otros países**

Cada país en materia legislativa adopta sus correspondientes clasificaciones para la identificación de los residuos y cada una de estas es acorde a las necesidades y circunstancias de cada país en específico. A continuación exponemos algunas:

### **1.4.1. Clasificación Alemana**

#### **→ Desechos comunes (tipo A)**

Desechos provenientes de la administración, limpieza general, elaboración de alimentos, áreas de hospitalización, siempre que estén separados en el punto de origen de los desechos clasificados como potencialmente infecciosos, infecto-contagiosos, orgánicos humanos y peligrosos. Son similares a los domiciliarios y no requieren manejo especial. Están compuestos por: restos de alimentos, envases

---

<sup>12</sup> Idem. p. 54.



desechables de aluminio, plástico, cartón, vidrio, papeles sanitarios, papeles de oficina, y desechos esterilizados en el hospital.

#### ✦ **Desechos potencialmente infecciosos (Tipo B)**

Desechos provenientes de áreas de hospitalización general, consulta externa, emergencia, quirófano, etc., generados en la aplicación de tratamiento o cura del paciente. Requieren manejo especial dentro y fuera del hospital. Están compuestos por: algodones, gasas, vendas, jeringas, botellas de suero, sondas, sábanas desechables, toallas sanitarias desechables, pañales desechables, gorros, tapabocas, batas y guantes.

#### ✦ **Desechos infecto-contagiosos (Tipo C)**

Desechos provenientes de pacientes con enfermedades infecto-contagiosas como el SIDA, hepatitis, tuberculosis, diarreas infecciosas, tifus, etc. Requieren manejo especial dentro y fuera del hospital. Están compuestos por: desechos de los laboratorios, con excepción de los de radiología y medicina nuclear, materiales impregnados de sangre, excrementos y secreciones. También incluye a los materiales punzopetrantes (agujas, bisturís, etc.) colocados previamente en recipientes rígidos.

#### ✦ **Desechos orgánicos humanos (Tipo D)**

Desechos provenientes de salas de cirugía, parto, morgue, necropsia y anatomía patológica. Están compuestos por: amputaciones, restos de tejidos, necropsia y biopsia, fetos y placentas.

### ➤ **Desechos peligrosos (Tipo E)**

Desechos que por razones legales o por características físico-químicas requieren un manejo especial.

Están compuestos por: material radiactivo, desechos químicos, envases de aerosoles, indumentarias de tratamiento de radio y quimioterapia, desechos de laboratorios de radiología y medicina nuclear y otros descritos en las normas de desechos peligrosos.

## **1.4.2. Clasificación de la OMS**

### ➤ **Residuos Generales**

Residuos que por su naturaleza son similares a los domésticos.

### ➤ **Residuos patológicos**

Tejidos, órganos, partes del cuerpo, fetos humanos y cadáveres de animales así como sangre y fluidos corporales.

### ➤ **Residuos radiactivos**

Sólidos, líquidos y gases de procedimientos de análisis radiológicos, tales como las pruebas para la ubicación de tumores.

### ➤ **Residuos químicos**

Incluye a los residuos peligrosos (tóxicos, corrosivos, inflamables, reactivos o genotóxicos) y no peligrosos.

#### ➤ **Residuos infecciosos**

Desechos que contienen patógenos en cantidad suficiente como para representar una amenaza seria, tales como cultivos de laboratorios, residuos de cirugía y autopsias de pacientes con enfermedades infecciosas, desechos de pacientes de salas de aislamiento o de la unidad de diálisis y residuos asociados con animales infectados.

#### ➤ **Objetos punzocortantes**

Cualquier artículo que podría causar corte o punción (especialmente agujas o navajas).

#### ➤ **Residuos farmacéuticos**

Residuos de la industria farmacéutica; incluye medicamentos derramados, vencidos o contaminados. Recipientes a presión.

### **1.4.3. Clasificación de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América**

#### ➤ **Cultivos y muestras almacenadas**

Desechos de cultivos y muestras almacenadas de agentes infecciosos; incluye a los de laboratorios médicos patológicos, de investigación y de la industria. Se consideran también los desechos de la producción de vacunas, placas de cultivo y los utensilios usados para su manipulación.

### ➤ **Residuos patológicos**

Desechos patológicos humanos; incluye muestras de análisis, tejidos, órganos, partes y fluidos corporales que se remueven durante las autopsias, la cirugía u otros.

### ➤ **Residuos de sangre humana y productos derivados**

Incluyen a la sangre, productos derivados de la sangre, plasma, suero, materiales empapados o saturados con sangre, materiales como los anteriores aún cuando se hayan secado, así como los recipientes que los contienen o contuvieron, como las bolsas plásticas y mangueras intravenosas, etc.

### ➤ **Residuos punzocortantes**

Elementos punzocortantes que estuvieron en contacto con pacientes humanos o animales durante el diagnóstico, tratamiento, investigación o producción industrial, incluyendo agujas hipodérmicas, jeringas, pipetas de Pasteur, agujas, bisturís, mangueras, placas de cultivos, cristalería entera o rota, etc., que hayan estado en contacto con agentes infecciosos.

### ➤ **Residuos de animales**

Cadáveres o partes de animales infectados, así como las camas o pajas usadas provenientes de los laboratorios de investigación médica, veterinaria o industrial.

### ➤ **Residuos de aislamiento**

Residuos biológicos, excreciones, exudados o materiales de desecho

provenientes de las salas de aislamiento de pacientes con enfermedades altamente transmisibles. Se incluyen también a los animales aislados.

➤ **Residuos punzocortantes no usados**

Cualquier objeto punzocortante desechado aún cuando no haya sido usado.

### 1.5. Residuos Sólidos Municipales

Dentro de los residuos municipales pueden englobarse un sinnúmero de materiales que deben conocerse en profundidad para gestionarlos correctamente. La evolución experimentada por la sociedad ha hecho que los residuos orgánicos, tradicionalmente la fracción mayoritaria, hayan dado paso a otros productos nuevos, especialmente procedentes de los envases y embalajes.

El grupo de los residuos municipales engloba una serie de productos, que se podrían clasificar de la siguiente manera:

- **Materia orgánica.** Restos de comida, de jardinería y otros materiales fermentables constituyen el principal componente de los residuos, que tiende a disminuir en las sociedades más desarrolladas.
  
- **Vidrio.** Botellas, envases de alimentos, etc. La recogida diferenciada de esta fracción está cada vez más extendida.

- **Papel y cartón.** Periódicos, papel en general, cajas y envases. Esta fracción ha experimentado importantes incrementos en los últimos años y su recogida en origen está en expansión.
  
- **Plásticos.** Botellas y envases para líquidos, envases y embalajes. Bajo este nombre se agrupan diferentes polímeros que, en general, pertenecen a alguno de los grupos que se relacionan a continuación: Policloruro de vinilo, polietileno tereftalato, polietileno de alta densidad, polietileno de baja densidad, polipropileno y poliestireno. La recuperación y reciclaje de los materiales plásticos aún no está generalizada.
  
- **Otros componentes.** Madera, cenizas, textiles, goma, latas metálicas, etc.

La evolución de la composición de los residuos municipales está íntimamente relacionada con el poder adquisitivo de cada colectividad. Cuanto más desarrollado es un país, mayor es la tendencia a consumir los bienes elaborados reduciendo la fracción típicamente orgánica e incrementando las fracciones complementarias de vidrio, papel, cartón y plásticos. Esta misma tendencia también se observa cuando se analizan las diferencias entre las grandes urbes y las localidades y pueblos que las rodean. Esto permite asegurar que la generación de basuras está íntimamente relacionada con cuestiones económicas, sociológicas y culturales.

El análisis de la composición de los residuos es un índice de la realidad social de los países, las ciudades y los hombres.

Actualmente entre los residuos sólidos municipales se encuentran: reciclables

y no reciclables, degradables y no degradables, peligrosos y no peligrosos.<sup>13</sup>

La generación de residuos municipales varía en función de factores culturales asociados a los niveles de ingreso, hábitos de consumo, desarrollo tecnológico y estándares de calidad de vida de la población, así como del país en cuestión.

En México, la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol)<sup>14</sup>, estimó la generación de desechos sólidos per cápita al día en nuestro país para el año 1998 en alrededor de 850 gramos, como se muestra en la tabla siguiente:

<b>TASA COMPARATIVA DE GENERACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN DISTINTOS PAÍSES</b>	
<b>PAÍS</b>	<b>GENERACIÓN PER CÁPITA KG/HABITANTE/DÍA</b>
Estados Unidos de América	1.970
Canadá	1.900
Finlandia	1.690
Holanda	1.300
Suiza	1.200
Japón	1.120
Brasil (Sao Paulo)	1.350
Argentina (Buenos Aires)	0.880
Chile (Santiago)	0.870

<sup>13</sup> BAQUEIRO ROJAS, EDGARD. Op. cit. p. 55.

<sup>14</sup>SANCHO Y CERVERA J. ROSILES E., **Situación Actual del Manejo Integral de los Residuos Sólidos Municipales en México.** Sedesol. 1999.

<b>TASA COMPARATIVA DE GENERACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN DISTINTOS PAÍSES</b>	
<b>PAÍS</b>	<b>GENERACIÓN PER CÁPITA KG/HABITANTE/DÍA</b>
México	0.853

**Tabla 3** La generación de residuos sólidos per cápita al día en nuestro país en el año 1998 se encontró alrededor de 850 gramos lo que indica que es inferior a 1kgdiario y es menor a la de diversos países del continente americano o de Europa.

Cabe resaltar que no toda la población contribuye de igual manera al generar desechos sólidos, ya que dicha generación está relacionada directamente con el ingreso per cápita. Asimismo, la composición de la basura varía tanto en los sectores con ingresos diferentes, como entre las áreas urbanas y rurales.<sup>15</sup>

De esta misma forma, de toda la basura desechada en el país, el mayor porcentaje corresponde a los restos de comida, de jardines y similares (orgánicos); en segundo lugar está el papel y cartón; después la basura formada por elementos varios, que incluye pañales desechables y hule; posteriormente la compuesta por materiales de vidrio y finalmente los plásticos.

**Concluyendo, se deduce que uno de los problemas más apremiantes, no sólo en México, sino en el mundo es el derivado de la generación de residuos o desechos, tanto en áreas urbanas como en rurales.**

**El problema al que se hace referencia tiene implicaciones no sólo ambientales y sanitarias, sino también económicas, comerciales, tecnológicas,**

<sup>15</sup> CORTINAS DE NAVA, CRISTINA. Hacia un México sin Basura. Bases e Implicaciones de las Legislaciones sobre Residuos, Grupo Parlamentario del PVEM, México, 2001. p. 310.



políticas, etc. Hay objetos o materiales que son residuos en determinadas situaciones, mientras que en otras se aprovechan. En los países desarrollados se tiran diariamente a la basura una gran cantidad de cosas que en los países en vías de desarrollo volverían a ser utilizadas o seguirían siendo bienes valiosos. Además muchos residuos se pueden reciclar si se dispone de las tecnologías adecuadas y el proceso es económicamente rentable. Una buena gestión de los residuos persigue precisamente no perder el valor económico y la utilidad que pueden tener muchos de ellos y usarlos como materiales útiles en vez de tirarlos.

Y como diría Arthur C. Clarke: “Los desechos sólidos son tan solo materias primas, pero somos tan tontos que no los utilizamos”.

**CAPÍTULO II**  
**RESIDUOS PELIGROSOS**

**Ya que vamos a compartir nuestras vidas tan íntimamente  
con estos compuestos químicos...  
Sería conveniente conocer algo sobre  
su naturaleza y su poder.**

**Rachel Carson**

Este capítulo examina los Residuos Peligrosos en cuanto a su definición, el código de clasificación de las características que contienen los residuos peligrosos (CRETIB), el origen de dichos residuos.

La definición e identificación de los residuos peligrosos en México, se hace con base en la Norma Oficial Mexicana 052-ECOL-1993, la cual es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional. Esta norma establece las características de los residuos peligrosos no importando su estado físico, el listado de los mismos, y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

## 2.1. Definición

La Enciclopedia Encarta señala que los residuos tóxicos y peligrosos se refiere al término aplicado a los materiales sólidos, líquidos o gaseosos que contienen sustancias que por su composición, posibilidad de combinación o mezcla representan un riesgo para la salud humana, los recursos naturales y el medio ambiente. Pueden estar contenidos en recipientes que son destinados al abandono<sup>16</sup>.

Blanca Elena Jiménez Cisneros menciona que un Residuo Peligroso es cualquier desecho o combinación de ellos que representa una amenaza sustancial, presente o futura, para el hombre o para el medio ambiente y, que por ende debe ser manejado dispuesto con precauciones especiales.<sup>17</sup>

Sin embargo, consideramos que las dos anteriores son algo vagas ya que

---

<sup>16</sup> "Residuos Tóxicos y peligrosos" Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation. R.D.

<sup>17</sup> JIMÉNEZ CISNEROS, BLANCA ELENA. **La Contaminación Ambiental en México**, editorial Limusa, México, 2001. p 508.

dejan fuera lo señalado en el código CRETIB, que es sumamente importante para la determinación de la peligrosidad de un residuo.

Por su parte, el Diccionario de la Contaminación hace referencia a los desechos peligrosos o (*hazardous wastes*), los cuales define como aquéllos que, a causa de su reactividad química, sus características tóxicas, explosivas, corrosivas o de otro tipo, constituyen un peligro para la salud o el ambiente, ya sea por sí mismos, o cuando entran en contacto con otros desechos, por lo cual debe encontrarse un método adecuado para su eliminación o depósito final. Pueden ser de origen industrial, agrícola, sanitario o doméstico. Cada uno de estos tipos requiere un tratamiento específico para reducir sus riesgos para la salud y el ambiente. En algunos documentos se les llama residuos peligrosos, a pesar de que este nombre es técnicamente incorrecto en este contexto.

La LGEEPA al respecto manifiesta lo siguiente:

**Art. 3.** Para los efectos de esta Ley se entiende por:

**Frac. XXXII.** Residuos peligrosos: Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

## 2.2. Código CRETIB

Se denomina CRETIB al código de clasificación de las características que contienen los residuos peligrosos y que corresponden a las iniciales de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y propiedades biológico

infecciosas<sup>18</sup>.

Algunos ejemplos de residuos peligrosos de acuerdo con lo establecido por el código CRETIB los podemos observar en la tabla siguiente:

<b>CORROSIVOS</b>	Ácidos fuertes, Bases fuertes, Fenol, Bromo
<b>REACTIVOS</b>	Nitratos, Metales alcalinos, Fosgeno
<b>EXPLOSIVOS</b>	Peróxidos, Cloratos, Percloratos
<b>TÓXICOS</b>	Cianuros, Arsénico y sales, Plomo, Polifenoles, Fenol, Anilina, Nitrobenceno
<b>INFLAMABLES</b>	Hidrocarburos alifáticos, Hidrocarburos aromáticos, Alcoholes, Éteres, Aldehidos, Cetonas, Fósforo
<b>BIOLÓGICOS</b>	Sangre humana, Agentes infecciosos, Desechos de pacientes infecciosos, Especímenes Patológicos y quirúrgicos

Tabla 4 Algunos de los principales residuos peligrosos ( R.P.) son: ácidos, asbesto, cianuros, fenoles, plaguicidas (herbicidas e insecticidas), bifenilos policlorados (BPC's), metales pesados, pinturas, etc.

### 2.2.1. Corrosividad

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

- En estado líquido o solución acuosa el residuo presenta un pH sobre la escala menor o igual a 2.0 mayor o igual a 12.5.
- En estado líquido o en solución acuosa y a una temperatura de 55°C el residuo es

<sup>18</sup> JIMÉNEZ CISNEROS, BLANCA ELENA. Op. cit. p. 514

capaz de corroer acero al carbón a una velocidad de 6.35 mm o más por año.

### 2.2.2. Reactividad

Se considera reactivo cuando:

- Bajo condiciones normales (25°C y 1 atm) se combina o polimeriza violentamente sin detonación.
- En condiciones normales (25°C y 1 atm) reacciona violentamente formando gases, vapores o humos cuando se pone en contacto con agua en relación (residuo-agua) de 5:1, 5:3 o 5:5.
- Bajo condiciones normales (25°C y 1 atm) cuando se pone en contacto con soluciones de pH ácido (HCl 1N) o básico (Na OH 1N) en relación (residuos-solución) de 5:1, 5:3 o 5:5, reacciona violentamente formando gases, vapores o humos.
- Posee en su constitución cianuro 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 250mg de HCN/Kg de residuo o 500 mg de H<sub>2</sub>S/Kg de residuo.
- Es capaz de producir radicales libres.

### 2.2.3. Explosividad

El residuo se considera peligroso un residuo por su explosividad cuando:

- Tiene una constante de explosividad igual o mayor a la de un dinitrobenzeno.
- Es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva a

25°C y a 1.03 Kg/cm<sup>2</sup> de presión.

#### 2.2.4. Toxicidad

Un residuo se considera peligroso por su toxicidad cuando:

- Un residuo es tóxico si tiene el potencial de causar la muerte, lesiones graves, efectos perjudiciales para la salud del ser humano si se ingiere, inhala o entra en contacto con la piel.
- Un residuo se considera peligroso por su toxicidad cuando al someterse a la prueba de extracción para toxicidad conforme a la NOM-053-ECOL-1993, el lixiviado de la muestra representativa contiene cualquiera de los constituyentes listados en las tablas 5,6 y 7 de toxicidad de la NOM-052-ECOL-1993, en concentraciones mayores a los límites señalados en dichas tablas.

#### 2.2.5. Inflamabilidad

Un residuo se considera peligroso por su inflamabilidad, cuando:

- En solución acuosa contiene más de 24% de alcohol en volumen.
- No es un líquido pero es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos (a 25°C y a 1.03 Kg/cm<sup>2</sup>).
- Es un líquido y tiene un punto de inflamación inferior a 60°C.
- Se trata de gases comprimidos inflamables o agentes oxidantes que estimulan la combustión.

### 2.2.6. Características biológico infecciosas

Un residuo con características biológico infecciosas se considera peligroso por lo siguiente:

- Contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de infección.
- Contiene toxinas producidas por microorganismos que causen efectos nocivos a seres vivos.

En este orden de ideas, la NOM-087-ECOL-1995 es la que establece los requisitos referentes a los desechos peligrosos que se generan en establecimientos que presten atención médica.

Definiendo así al residuo biológico infeccioso como aquel que contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de causar infección o que contiene o puede contener toxinas producidas por microorganismos que causan efectos nocivos a seres vivos y al ambiente que se generan en establecimientos de atención médica.

A la postre, también nos proporciona la definición de un residuo especial, señalando que éste se refiere a los residuos generados durante las actividades auxiliares de los centros de atención a la salud que hayan entrado o no en contacto con los pacientes o con los agentes infecciosos, pero que constituyen un peligro para la salud por sus características de corrosividad, reactividad, inflamabilidad, toxicidad, explosividad y radioactividad y por lo tanto es necesario un manejo diferente y separado del resto de los residuos antes mencionados.

Es necesario conocer los residuos que se generan en las unidades médicas. Los residuos que genera un hospital, de hecho contienen residuos no peligrosos o municipales, residuos biológico-infecciosos y residuos especiales.



Uno de los principales elementos a considerar para lograr un buen manejo de los residuos biológico-infecciosos es su clasificación, ya que errores en la distinción pueden llevar a aumentar el volumen de generación mezclando residuos que no llenan los criterios para ser considerados como biológico-infecciosos, lo que trae como consecuencia la elevación de los costos en su manejo. Por lo anterior, es conveniente precisar lo siguiente:

Los residuos peligrosos biológicos – infecciosos se generan en actividades de prevención, atención, rehabilitación e investigación de la salud humana y animal (fig. 10).



fig. 10 Así pues, se producen en hospitales, unidades médicas, consultorios, laboratorios clínicos, laboratorios de producción de agentes biológicos, centros de enseñanza e investigación, tanto humana como veterinaria en pequeñas especies así como en centros antirrábicos.

Los cultivos microbiológicos, cepas microbianas y biológicos asociados, incluyen cultivos de laboratorios médicos y patológicos, de laboratorios de investigación e industriales, de la producción de biológicos, vacunas vivas y atenuadas que se descartan, cajas de Petri y materiales utilizados para su cultivo y transferencia, inóculos, así como cultivos mezclados. Dado que en todas las actividades en las que los agentes infecciosos se identifican (por Ej. para análisis clínicos), propagan (por Ej.: para producción de vacunas) e investigan (por Ej.: prueba de antibióticos), dichos agentes alcanzan altas concentraciones, se

recomienda someterlos a tratamientos que los vuelvan no infecciosos antes de disponer de ellos en la corriente de residuos.

Los residuos patológicos pueden incluir residuos humanos tales como tejidos, órganos y partes del cuerpo, así como fluidos corporales, que se remueven durante cirugías o autopsias, u otros procedimientos médicos, al igual que especímenes de fluidos corporales y sus contenedores. Aún cuando no se haya implicado hasta ahora a los residuos patológicos en casos de transmisión de infecciones, por precaución se recomienda la destrucción por incineración, cremación o inhumación.

La sangre humana desechada y sus componentes pueden incluir sangre líquida, productos de la sangre, objetos que escurran sangre o que estén saturados con ella, aún cuando la sangre ya se haya coagulado o secado, suero, plasma y otros componentes de la sangre y sus contenedores, utilizados o destinados a ser usados en el cuidado de pacientes, en pruebas y análisis de laboratorio o en el desarrollo de fármacos, así como las bolsas para transfusión intravenosa. Fluidos tales como el cerebroespinal, sinovial, pleural, peritoneal, pericárdico y amniótico, se han asociado junto con la sangre y sus componentes, como potenciales transmisores de enfermedades como el SIDA y la hepatitis B (aunque no por manejo de residuos conteniéndolos), por lo cual deben de ser manejados de igual manera evitando que salpiquen a quien se ocupa de ellos. Se recomienda que en su forma líquida, la sangre y los fluidos corporales se dispongan en el drenaje de acuerdo con la norma sanitaria correspondiente (NOM-003-SSA2-1993) y evitar que se descarguen directamente en la corriente de residuos.

Las gasas, batas y otros objetos impregnados de sangre seca en grandes cantidades, aún cuando presentan un potencial de transmisión de infecciones menor

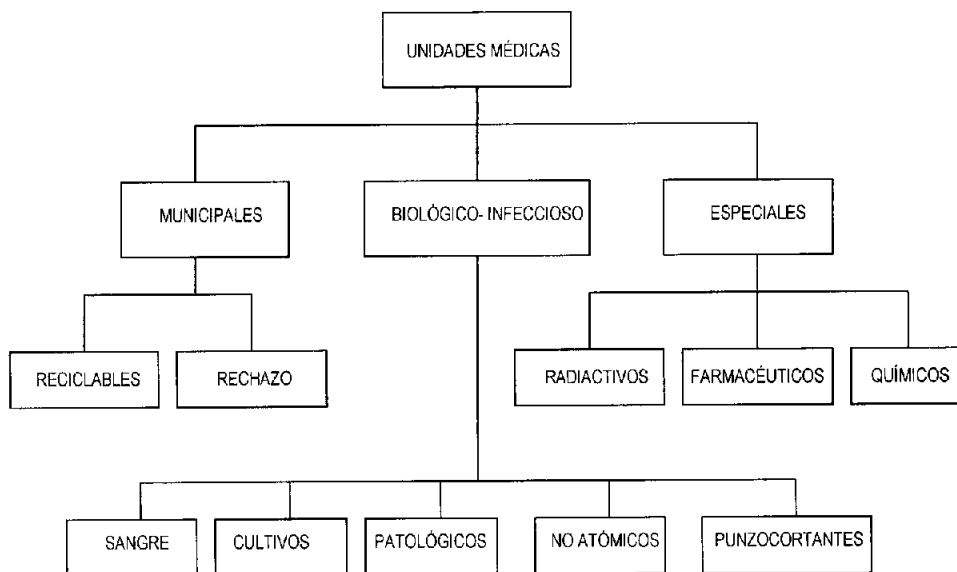
que el de la sangre líquida, por precaución se han considerado como residuos biológico-infecciosas que requieren manejo adecuado.

Los objetos punzocortantes pueden incluir objetos que han sido utilizados en el cuidado o tratamiento de pacientes humanos o animales, investigación médica, laboratorios industriales, e incluyen agujas y jeringas hipodérmicas, pipetas Pasteur, navajas y bisturis, viales de sangre, agujas unidas a tubos de perfusión y cajas de cultivo (aún cuando no contengan agentes infecciosos), así como otros tipos de cristalería rota o intacta que haya entrado en contacto con los agentes infecciosos como cubre y portaobjetos usados. La inclusión de objetos punzocortantes desechados, agujas hipodérmicas, agujas de sutura, jeringas y navajas de bisturíes, en la categoría de residuos biológico-infecciosos, tiene como objeto prevenir que quienes manejan los residuos se produzcan heridas que faciliten el ingreso de los agentes infecciosos a su organismo. Por ello, se recomienda el empleo de métodos de envasado, tratamiento y disposición adecuados. Los frascos de suero usados y las jeringas utilizadas para la aplicación de medicamentos directamente al frasco y equipo de venopack, que no hayan entrado en contacto con la sangre de los pacientes no son considerados como residuos biológico-infecciosos.

Los residuos de animales pueden incluir cadáveres de animales contaminados, partes de su cuerpo y los materiales de las jaulas (por Ej. aserrín), que hayan sido expuestos a los agentes infecciosos durante actividades de investigación, producción de biológicos, o prueba de fármacos.

Aún cuando tampoco se cuenta con evidencias de su implicación en la transmisión de infecciones en quienes manejan este tipo de desecho, el que se encuentren infectados requiere de su apropiado manejo.

A la postre, resulta esencial el conocer las diversas áreas que generan éstos, con lo que se estará en posibilidades de segregar los residuos, de forma adecuada y no sólo eso sino también diseñar rutas de recolección interna y cuantificar la cantidad de bolsas y contenedores necesarios, para llevar a cabo el manejo interno, que son otros puntos que exige la norma 087.



Una forma de clasificar las áreas generadoras de residuos peligrosos y no peligrosos se esquetiza a continuación en la siguiente tabla.

SITIO DE GENERACIÓN	RESIDUO GENERADO
Hospitalización	Sangre y sus fracciones (plasma, suero y paquete globular) Abatelenguas
Urgencias	Agujas hipodérmicas. Hojas de bisturí
Consulta externa	Compresas. Gasa e hisopos
Auxiliares de Diagnóstico	Cultivos y cepas almacenadas de agentes infecciosos, Patológicos, Tejidos, Órganos, partes y fluidos corporales, muestra biológica, cadáveres de pequeñas especies animales
Auxiliares de Tratamiento	Jeringas desechables, Sondas y drenajes, cubrebocas y guantes, yeso de fractura expuesta, líquidos corporales, excretos y fluidos, vendas contaminadas de sangre, toallas sanitarias y pañales desechables.
Varios	Equipo, material y objetos usados en la atención, Equipos y dispositivos desechables usados en la exploración y toma de muestras biológicas. Punzocortantes en contacto con humanos, animales y sus muestras biológicas (navajas, lancetas, jeringas, pipetas pasteur, agujas hipodérmicas, de acupuntura o para tatuaje, bisturios, cajas de petri, cristalería entera o rota, porta y cubreobjetos, tubos de ensaye y similares)

Tabla 5 Algunas áreas como se ve en la tabla producirán únicamente un tipo de residuos, Pero en otros sitios se producen ambos tipos de residuos. Por ejemplo, en la consulta externa, aparentemente los residuos no son 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, aunque también se producen residuos no peligrosos.

Es importante mencionar que la mezcla de:

a) Residuos municipales con residuos sólidos biológico-infecciosos hace que se consideren en su totalidad como biológico-infecciosos.

b) La mezcla de residuos biológico-infecciosos con otros residuos catalogados como peligrosos se considera peligrosa también.

Por lo anterior, es necesario enfatizar en la necesidad de establecer una correcta clasificación de los residuos desde el momento de la generación, pues de ello depende el manejo posterior. Sin embargo, se sabe que es difícil, más no imposible realizar la separación de residuos en el lugar de origen, sobre todo si no se cuenta con la colaboración de la población generadora (médicos y enfermeras) y el personal de limpieza.

### **2.3. Generación**

Se define como generador a la persona física o moral que como resultado de sus actividades produzca residuos peligrosos.

El generador se debe inscribir en el registro establecido por la SEMARNAT, llevar una bitácora mensual sobre sus residuos generados y presentar un informe semestral sobre sus movimientos. El es el corresponsable del tratamiento, almacenaje y disposición final de sus residuos mientras éstos existan. Las compañías que contraten para este servicio deben estar autorizadas por SEMARNAT.

En las normas se establecen las características de los residuos, el listado de los mismos y los límites que hacen peligroso a un residuo, por su toxicidad sobre el ambiente; se incluyen tablas para que el generador determine si sus residuos son o

no peligrosos, clasificándolos por giro industrial y de proceso, por fuente no específica, y por materias primas que se consideran peligrosas en la elaboración de pinturas y lixiviados.

En caso de que algún residuo no esté clasificado en las tablas, el generador deberá determinar si este tiene características del código CRETIB, para aplicar las normas correspondientes<sup>19</sup>.

Son responsables del cumplimiento de las normas no solamente el generador sino aquellos que los manejen, transporten, confinen, importen y exporten.

#### **2.4. Manejo**

Si reconocemos que nuestro mundo es finito y que si lo seguimos contaminando de manera indiscriminada será difícil rectificarlo en el futuro, de la misma forma el manejo de residuos sólidos. En este caso el objetivo principal es minimizar los efectos adversos al ambiente ocasionados por la disposición indiscriminada de los residuos sólidos, especialmente los peligrosos<sup>20</sup>.

Se entiende por manejo, el conjunto de operaciones que incluyen almacenamiento, recolección, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de los residuos peligrosos.

Para instalar y operar sistemas de manejo de estos residuos el responsable deberá presentar a la SEMARNAT una manifestación de impacto ambiental y sólo podrá instalar y operar con su autorización. Al igual que los generadores, también

---

<sup>19</sup> BAQUEIRO ROJAS, EDGARD, op. cit., p. 59.

<sup>20</sup> ARELLANO DÍAZ, JAVIER. Op. cit. p. 57.

los transportistas, los constructores y operadores de tratamiento y confinamiento de residuos deben sujetarse a las normas establecidas.

Para evaluar las posibilidades de manejo es importante considerar lo siguiente:

- **Flujo de materiales en la sociedad:** Los residuos sólidos son generados al comienzo del proceso, desde las materias primas, después se van generando en cada etapa del proceso cuando se van transformando en productos o bienes de consumo. La mejor manera de reducir la generación de residuos es reduciendo la cantidad de materias primas utilizadas e incrementando su reutilización y recuperación de material residual. Aunque el concepto es simple para llevarlo a cabo en la sociedad moderna resulta extremadamente difícil.
  
- **Reducción de la cantidad de materias primas:** Pueden cuantificarse relativamente para satisfacer la ley de la conservación de la materia; es decir que lo que entra es igual a lo que sale, por lo que lógicamente si se utiliza menor cantidad de materia prima debe reducirse la cantidad que sale. Por ejemplo, podemos mencionar, que derivado de las restricciones sobre la cantidad de material que se utiliza en la fabricación de autos en E.U., observamos que son en promedio 20% menores que los autos en las décadas de los cincuenta y sesenta. Esta reducción en el tamaño trajo una reducción del 20% en la demanda de acero lo que ocasionó que también la explotación del hierro que se utiliza para producirlo se redujera. Mientras algunas personas están de acuerdo con esta medida de reducción de materias primas, otras no lo están argumentando que

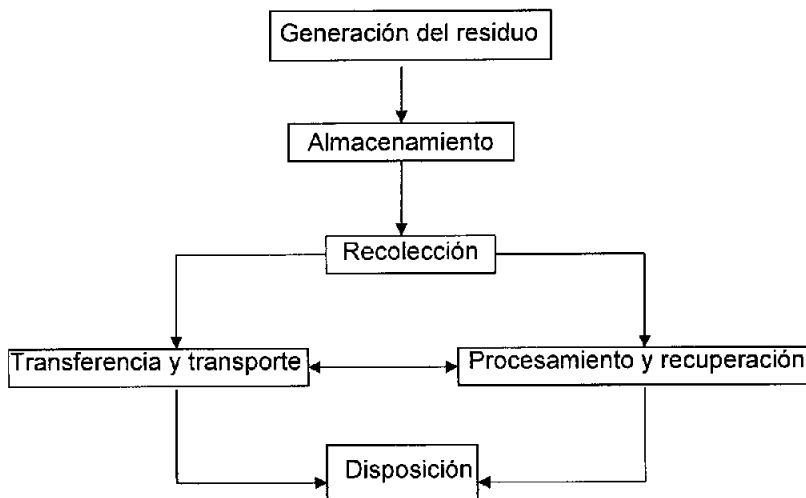


esta situación hace que disminuyan la cantidad de empleos en este tipo de industrias, lo que está relacionado con la política de cada país.

- **Reducción en la cantidad de residuos sólidos:** Puede acontecer en diferentes formas: a) en la cantidad de material utilizado para fabricar un producto que puede reducirse, b) incrementando la vida útil de un producto y c) disminuyendo la cantidad de material para empaque y comercialización.
- **Reciclaje:** Como ya se había expuesto en el capítulo anterior, ocurre comúnmente cuando un producto se usa en más de una ocasión.
- **Recuperación de materiales:** Una gran cantidad de materiales presentes en los residuos sólidos y municipales se pueden reciclar y recuperar, entre los más comunes están el cartón, vidrio y los plásticos, los metales ferrosos, de los cuales todos se recuperan actualmente a excepción del plástico.
- **Recuperación de energía:** Debido a que casi el 70% de los componentes que conforman los residuos sólidos son orgánicos, el potencial de recuperación de energía es alto. Esta energía contenida se puede transformar a una forma donde su utilización sea más sencilla.
- **Consolidar el manejo diario de los residuos sólidos:** los temas que hasta el momento se han mencionado son de suma importancia y proveen una perspectiva sobre el manejo del problema de los residuos sólidos en general. Sin embargo, se debe poner atención en la manera de optimizar y mejorar el manejo

cotidiano de los residuos que resulta también complejo y costoso debiendo poner especial cuidado en la velocidad de generación, almacenamiento en sitio, recolección, transporte, procesamiento y disposición final.

A la postre, las actividades que se llevan a cabo en el manejo de los residuos sólidos desde su generación hasta su disposición final, se pueden clasificar en seis etapas principales, las cuales mostramos en el esquema siguiente:



- **Generación del residuo:** En esta etapa se deben de analizar la cantidad y la composición general del material residual para el diseño de los sistemas de manejo y tratamiento, así como la cantidad y el volumen del mismo. También se deben contemplar los factores que afectan a estos parámetros como la

localización geográfica, época del año, frecuencia de la recolección, características de la población y legislación.

- **Manejo en sitio:** En el manejo en sitio (almacenamiento y procesamiento) se deben hacer consideraciones para el almacenamiento que involucra el tipo de contenedores a utilizar dependiendo de los residuos, la localización de los mismos, la salud pública, aspectos estéticos y los medios de recolección. El procesamiento en sitio de residuos se lleva a cabo para recuperar materiales que puedan tener alguna utilidad, para reducir su volumen o para alterar su forma física. Las operaciones más comunes son la separación manual, compactación e incineración.
  
- **Recolección:** En esta etapa que es la más costosa de todas, se debe tomar en consideración los siguientes aspectos:
  - Tipos de servicio de recolección: se dividen en servicios de recolección municipales, que son los que proporcionan los gobiernos locales y los sistemas de recolección comercial o industrial que normalmente son privados;
  
  - Tipos de sistemas de recolección: su clasificación se basa en el tipo de operación que puede ser por sistemas de contenedores móviles y sistemas de contenedores estacionarios, los primeros son utilizados para transportar a los residuos al lugar de disposición final y devueltos a su posición original; esto incluye en el sistema un camión de transporte de mecanismos y compactación. Los segundos se utilizan cuando el contenedor permanece en

el lugar de generación del residuo, excepto cuando es movido para su carga o descarga de los residuos.

✦ Rutas de recolección: Una vez que el equipo y las actividades han sido determinados se deben establecer para aprovechar al máximo el equipo, el tiempo y el personal. Para tal fin se deben realizar trazados de las rutas y establecer horarios con la finalidad de evitar conglomeraciones que son tan comunes en las zonas urbanas.

✦ **Transporte**: La etapa de transporte se refiere a los accesorios e instalaciones que utilizan para transportar los residuos de vehículos relativamente pequeños a vehículos de mayor tamaño hasta los centros de procesamiento o sitios de disposición final. Las acciones de transferencia y transporte son necesarias cuando la distancia entre las instalaciones de procesamiento o los sitios de disposición con relación a los puntos de generación es muy grande y no es económicamente factible. En esta etapa son muy importantes las estaciones de transferencia, las cuales para ser diseñadas requieren de los siguientes parámetros: tipo de operación de transferencia, requerimientos en cuanto a la capacidad, equipos, medio ambiente y medios de transporte.

✦ **Procesamiento de los Residuos Sólidos**: Son utilizadas para mejorar la eficiencia de los sistemas de disposición final de residuos y para recuperar recursos (materiales reutilizables) y energía.

- **Disposición final de los residuos:** La disposición final sobre el suelo es el único método viable para el manejo a largo plazo de los residuos sólidos recolectados que no tendrán un uso en el futuro, de la manera residual proveniente de la elaboración de productos o generación de energía. Para la disposición de los residuos sólidos existen tres métodos principales: el tratamiento por suelos, la inyección profunda y el relleno sanitario. Los dos primeros se utilizan para residuos industriales y el tercero para disposición de residuos sólidos municipales.

## 2.5. Importación y exportación

Independientemente de los requerimientos de otras autoridades competentes, la importación y exportación de los residuos peligrosos requiere la autorización de la SEMARNAT, la cual está facultada para intervenir en cualquier parte del territorio nacional para aplicar las medidas de seguridad que correspondan.

Se autoriza solamente a personas físicas o morales que radiquen en país. La SEMARNAT, les fijará fianzas, depósitos o seguros para garantizar el cumplimiento de la ley y reparar los daños que pudieran generarse con motivo de la transacción.

Si un extranjero desea cruzar por territorio mexicano para llevar residuos peligrosos a otro país, solamente podrá hacerlo si cuenta con el consentimiento del país receptor.

El único caso en que México acepta la importación de residuos peligrosos se da para su reciclaje o reuso, no se concede autorización para su confinamiento en territorio nacional.

Las empresas mexicanas que deseen confinar sus residuos peligrosos en otro país deben contar con la autorización del mismo antes de solicitar el permiso de exportación.

Los residuos peligrosos que se generan bajo el régimen industrial de maquila en los que se utilice materia prima introducida al país bajo el régimen de importación temporal, deberán ser retornados al país de procedencia.

Aun cuando se cumplan todos los requisitos, los permisos de importación y exportación de residuos peligrosos pueden ser negados cuando su manejo implique un grave riesgo para el ambiente y los ecosistemas.

Existe una clasificación de mercancías cuya importación está sujeta a la regulación ecológica.

## **2.6. Medidas de control, de seguridad y sanciones**

Las sanciones por infringir las normas en materia de residuos peligrosos comprenden:

- ✦ Multa por el equivalente de 20 a 20 000 días de salario mínimo;
- ✦ Clausura temporal o definitiva, parcial o total, cuando conociéndose la peligrosidad del residuo, en forma dolosa no se de a ese el manejo previsto por el reglamento y las normas ecológicas correspondientes;
- ✦ Arresto administrativo hasta por 36 hrs.

Generalmente se concede un plazo para subsanar las infracciones cometidas, si vencido el plazo aún subsisten, podrán imponerse multas por cada día que transcurra sin obedecer el mandato.

En caso de reincidencia, dos veces en el mismo año, el monto de la multa podrá ser de hasta por dos veces el monto originalmente impuesto sin exceder del doble del máximo permitido. Si se soluciona el problema, la SEMRNAT puede revocar o modificar la sanción impuesta cuando el infractor soluciona el problema por el cual se le está sancionando.

## **2.7. Actividades de alto riesgo**

Existen actividades que implican un alto riesgo para el hombre y el ambiente general. Su regulación está contemplada en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente, artículos 145-149.

El criterio adoptado para determinar cuales actividades deben considerarse como altamente riesgosas se fundamenta en el manejo de sustancias con propiedades inflamables, explosivas, tóxicas, reactivas, radioactivas, corrosivas o biológico infecciosas en cantidades tales que, en caso de producirse su liberación, ocasionarían un deterioro significativo al ambiente, a la población o a sus bienes.

Las sustancias pueden considerarse o no riesgosas dependiendo del volumen que se maneje. Hay sustancias que son consideradas por la ley como altamente tóxicas a partir de un kilogramo, en cambio, otras son peligrosas solamente cuando se maneja más de una tonelada. Hasta ahora se han publicado dos listados con actividades altamente riesgosas por sus efectos, tóxicos, inflamables y explosivos.

En la determinación de los usos de suelo se deben especificar las zonas donde se permita el establecimiento de industrias, comercios o servicios considerados riesgosos por la gravedad de los efectos que puedan generar en los ecosistemas o en el ambiente. Se deben considerar las condiciones geográficas de

la zona, su proximidad a centros de población, el impacto que tendría un accidente, la compatibilidad con otras actividades de las zonas y la infraestructura existente. En las normas se especifican las características que deben reunir los parques industriales en que se establezcan tales industrias.

Quienes realizan actividades de alto riesgo están obligados a elaborar y someter a la aprobación de las Secretarías del Medio Ambiente, 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 sus actividades

En síntesis y por la seguridad del ser humano, toda sustancia corrosiva, reactiva, toxica, inflamable o biológico-infecciosa, esta regulada por la ley y es necesario cumplir con las normas que la rigen mientras esa sustancia exista sobre el planeta.

**Para finalizar el capítulo, es de suma importancia el resaltar que los Residuos Peligrosos se han convertido en un punto prioritario de análisis y por lo tanto, un grave problema ambiental debido a las diversas secuelas que dejan en el medio ambiente.**

**El daño que estas sustancias pueden causar depende en primera instancia de su grado de toxicidad y, en segundo lugar, de si alcanzan una concentración suficiente para tener efectos nocivos, tanto en los sistemas bióticos como abióticos.**



### **CAPÍTULO III**

#### **LEGISLACIÓN Y NORMATIVIDAD EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS**

**¡Si los residuos no fueran un problema,  
no habría necesidad de regularlos!**

**Dra. Cristina Cortinas de Nava**

La base del sistema jurídico mexicano se encuentra en la "Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos". De esta norma fundamental promulgada el 5 de febrero de 1917 y reformada más de 400 veces derivan las normas jurídicas específicas, siguiendo una jerarquización tal, que cada una valida y fundamenta a otra inferior, y ésta a su vez da origen a otra u otras.

De los diversos artículos, fracciones e incisos que la conforman, emanan los siguientes ordenamientos:

**A) Leyes reglamentarias de la Constitución**

- ✦ Leyes reglamentarias de artículos constitucionales.
- ✦ Leyes que emanan de conceptos constitucionales.

**B) Reglamentos**

- ✦ Expedidos por el Ejecutivo (en ellos se especifican los principios de las leyes reglamentarias o especiales).
- ✦ Reglamentos autónomos.

**3.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos**

En lo que se refiere a la Constitución, que es la ley suprema de la Unión que enmarca y limita a las legislaciones que de ella emanan, conviene resaltar el hecho de que no fue sino hasta 1983 que se introdujo en el artículo 115, mención a la responsabilidad de los municipios de brindar los servicios de limpia, conservando una concepción ancestral que aborda la gestión de los residuos principalmente desde un

enfoque sanitario centrado en medidas de higiene para prevenir riesgos a la salud, a lo que se hace referencia al introducir el término servicios de limpia. No fue sino a finales de 1999, que se adicionó a esta atribución, la de recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos, sin distinguir entre los distintos tipos que se generan.

A su vez, desde los primeros textos constitucionales, se incorporó el artículo 124 en el cual se señala que cuando la Constitución no conceda expresamente una facultad a los funcionarios federales, ésta estará reservada a los estados, por lo que cabe precisar que la Constitución no faculta expresamente a la federación a regular y controlar ningún tipo de residuos.

Sin embargo, el artículo 73 faculta al Congreso a expedir leyes en materia de protección al ambiente y preservación del equilibrio ecológico, aunque sólo para establecer las concurrencias de los gobiernos Federales, estatales y municipales en el ámbito de sus competencias, entendiéndose aquellas que les son conferidas por la propia Constitución.

Otro aspecto a destacar es el referido en el artículo 25, que es la base para lograr un desarrollo sustentable en la medida que se sujeta a las empresas de los sectores social y privado de la economía a las modalidades que dicte el interés público y al uso en beneficio general de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

Con base en el artículo 73 constitucional, los legisladores procedieron al establecimiento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, publicada en 1988 y reformada en 1996, considerando indispensable para

lograr el manejo ambientalmente adecuado de los residuos, facultar a las autoridades federales a regular y controlar los residuos peligrosos, así como a elaborar normas oficiales mexicanas para normar el manejo de los residuos sólidos municipales, principalmente en lo que se refiere a la ubicación, diseño, construcción y operación de los rellenos sanitarios destinados a su disposición final; esto a pesar de que la Constitución no faculta expresamente a la federación a realizar estas tareas.

### **3.2. Tratados Internacionales**

Los tratados internacionales aprobados por el Congreso de la Unión y suscritos por el Ejecutivo, los cuales se constituyen en Ley nacional en México, han sido particularmente importantes en el desarrollo de programas y acciones para prevenir los riesgos en el manejo de los materiales peligrosos y controlar el movimiento transfronterizo de residuos peligrosos. Ejemplo de ello son las obligaciones derivadas de la adhesión a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y las relacionadas con el Convenio de Basilea promovido por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. A su vez, los convenios suscritos entre autoridades ambientales de distintos países sólo comprometen a los sectores firmantes a implementar las disposiciones contenidas en ellos.

#### **3.2.1. Convenio de Basilea**

El Convenio de Basilea fue adoptado el 22 de marzo de 1989 por 116 países signatarios y entró en vigor el 5 de mayo de 1992. México depositó su instrumento de ratificación el 22 de febrero de 1991. De esta manera, nuestro país se comprometió a

cumplir con una serie de disposiciones tales como: asegurar que la generación de residuos peligrosos se reduzca al mínimo; en la medida de lo posible, disponer en el país los residuos que se generen en el mismo; establecer mejores controles de las importaciones y exportaciones; prohibir los embarques de residuos peligrosos hacia países que carezcan de capacidad legal, administrativa y técnica para manejar y disponer de ellos de manera ambientalmente idónea; y cooperar en el intercambio de información, transferencia tecnológica, así como armonizar las normas, códigos y lineamientos en la materia.

La preocupación por el movimiento transfronterizo y la disposición final de los residuos peligrosos llevó a la Organización de las Naciones Unidas a promover el establecimiento del Convenio de Basilea en 1989, el cual fue ratificado por México. De esta manera, nuestro país se comprometió a cumplir con una serie de disposiciones tales como: asegurar que la generación de residuos peligrosos se reduzca al mínimo; en la medida de lo posible, disponer en el país los residuos que se generen en el mismo; establecer mejores controles de las importaciones y exportaciones; prohibir los embarques de residuos peligrosos hacia países que carezcan de capacidad legal, administrativa y técnica para manejar y disponer de ellos de manera ambientalmente idónea; y cooperar en el intercambio de información, transferencia tecnológica, así como armonizar las normas, códigos y lineamientos en la materia.

Como puede observarse, México ya había iniciado actividades de control de movimiento transfronterizo de residuos peligrosos tres años antes de suscribir el Convenio de Basilea, puesto que el Anexo III del Convenio de La Paz, ya preveía el establecimiento de este tipo de medidas.

### **3.2.1.1. Principales disposiciones del Convenio de Basilea**

#### **Artículo 4.**

Establece las obligaciones generales de los países miembros de la Convención. Entre otras se prevén las relativas al principio y la imposibilidad de exportar residuos a aquellos países miembros que hayan prohibido la importación de tales residuos.

También destaca la obligación de asegurar la reducción de la generación de residuos al máximo, así como el no permitir la exportación de residuos a un país o grupo de ellos pertenecientes a una organización económica o política si se tiene razón para creer que carecen de los medios para dar un manejo ambientalmente seguro a los residuos importados. Finalmente, este artículo establece la obligación de no permitir la exportación o la importación a países no miembros del Convenio.

#### **Artículo 6.**

Quizá el más importante desde el punto de vista instrumental, contiene las disposiciones relativas a los movimientos transfronterizos de residuos entre las Partes del Convenio. En éstas se reitera y detalla la instrumentación del Consentimiento Previo Informado.

#### **Artículo 11.**

Prevé la pasividad de acuerdos paralelos relativos a los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos celebrados entre países miembros y no miembros a nivel bilateral, regional o multilateral siempre y cuando éstos estipulen medidas no menos estrictas ambientalmente que aquéllas prescritas por el Convenio de Basilea.

A la fecha, el texto del Convenio no ha sido enmendado. No obstante lo anterior, su filosofía ha sido modificada sustancialmente a través de la prohibición de las exportaciones de residuos peligrosos destinados a su disposición final o a su recuperación, de países miembros de la OCDE a países no miembros de esa Organización.

Aspectos de la resolución UNEP/CHW.2/CRP.34 del Convenio de Basilea (25 de marzo de 1994)

"La Conferencia de las partes firmantes.....

1. Decide prohibir de inmediato todos los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos destinados a su eliminación definitiva de países de la OCDE a países que no forman parte de esa Organización.
2. Decide también suprimir al 31 de diciembre de 1997, y prohibir a partir de esa fecha, todos los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos destinados a operaciones de reciclado y de recuperación de países miembros de la OCDE a países que no forman parte de esa Organización.
3. Decide además que todo Estado que no forma parte de la OCDE, en el que no exista una prohibición de importación de residuos peligrosos, y que permita la importación de éstos desde países miembros de la OCDE para operaciones de reciclado y recuperación hasta el 31 de diciembre de 1997, deberán informar a la Secretaría del Convenio de Basilea que permiten la importación de residuos peligrosos para operaciones de reciclado y de recuperación especificando las categorías, y las cantidades que podrían importarse; el proceso específico de reciclado/recuperación que se utilizaría; el destino y la eliminación definitivos de los residuos derivados de las operaciones de reciclado/recuperación.

4. Pide a las Partes que informen regularmente a la Secretaría sobre la aplicación de la presente decisión e informen detalladamente acerca de los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos permitidos. Además requiere a la Secretaría que prepare un resumen y una compilación de estos informes para ser examinados por el Comité Especial de Composición Abierta, mismo que presentará un informe basado en los datos proporcionados por la Secretaría a la Conferencia de las Partes en el Convenio.

5. Pide también a las Partes que cooperen y trabajen activamente para asegurar la aplicación efectiva de la presente decisión.

La consideración fundamental adoptada por los redactores del Artículo 11 consistió en el reconocimiento de que no todos los países firmantes se encontrarían en la posibilidad de ratificar el Convenio. Por otro lado, ante esta posibilidad, se buscaba promover la celebración de acuerdos bilaterales o regionales reguladores de los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos. De hecho, esta es la forma a través de la cual opera la relación México-Estados Unidos, quien no ha ratificado todavía el Convenio.

Conforme a los Artículos 4 y 11 del Convenio de Basilea, las Partes firmantes tienen la facultad de adoptar medidas incluso más estrictas que las dispuestas por su texto. En el marco del Anexo III, México permite la importación de residuos peligrosos sólo para su reciclaje. Tanto el Convenio como el Acuerdo reconocen el derecho de cada país a determinar lo que se entiende por residuos peligrosos.



### 3.2.2. Acuerdo de la Paz

En orden cronológico, cabe mencionar que en 1983 México y los Estados Unidos de América (EUA) firmaron el Convenio para la Protección Ambiental de la Zona Fronteriza (conocido como Convenio de La Paz), que estableció un marco de cooperación para prevenir, reducir y eliminar las fuentes de contaminación de agua, aire y suelo en una zona que se extiende 100 Km. a cada lado de la línea fronteriza. En un principio, se establecieron cuatro grupos de trabajo para implementar el Convenio y sus anexos.

En el Anexo II del Convenio, establecido en agosto de 1984, se acordó diseñar e instrumentar el Plan Conjunto de Contingencias México-Estados Unidos de América, para contender con incidentes de contaminación por descargas de sustancias peligrosas. El objetivo del Plan es proporcionar medidas de cooperación para afrontar de manera efectiva incidentes de contaminación y prever una respuesta adecuada para eliminar riesgos, así como minimizar cualquier efecto adverso al ambiente, la salud y el bienestar públicos. Para alcanzar este objetivo las partes se consultan e intercambian información actualizada y desarrollan las acciones señaladas en los apéndices del Anexo II. Para la implementación del Plan, ambos países designan, en cada una de las 14 ciudades vecinas fronterizas, a los Coordinadores en situ (CIS), los Coordinadores de Asesoría y Enlace (CAE) y el Equipo de Respuesta Conjunta (ERC). Entre otros, este Plan comprende la atención a accidentes químicos que puedan generarse en actividades consideradas como altamente riesgosas. La implementación del Plan por parte de México está a cargo de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y de los gobiernos de los estados y municipios fronterizos.

Cabe señalar que en el citado Convenio no se establecen limitaciones a la creación de confinamientos controlados o de ningún otro tipo de infraestructura para el

manejo de residuos peligrosos en la zona fronteriza, como tampoco se han establecido tales limitaciones en otras áreas fronterizas en el mundo.

En general, el Grupo busca incorporar la participación de las autoridades locales, estatales y federales en diversos proyectos, entre los que se encuentran:

Prevenir la contaminación.

- Desarrollar el Sistema de Rastreo de Materiales y Residuos Peligrosos.
- Mantener un inventario fronterizo de generación de residuos peligrosos.
- Proporcionar entrenamiento y capacitación en el manejo de estos residuos.
- Continuar la repatriación de residuos que fueron importados o exportados ilegalmente.
- Desarrollar proyectos, en colaboración con la industria, para alentar la minimización de residuos y su manejo seguro.
- Capacitar a funcionarios del gobierno, líderes de la comunidad y de la industria sobre la reducción de residuos.

### **3.2.3 Tratado de Libre Comercio para América del Norte**

#### **Bases del Tratado**

El Tratado de Libre Comercio (TLC) establecido en 1993 entre México, Canadá y Estados Unidos, en vigor desde enero de 1994, define los derechos obligaciones y disciplinas de los tres países en lo relativo a inversiones, comercio de mercancías, servicios y propiedad intelectual, y creará la zona de libre comercio más grande del mundo.

Como antecedente, cabe señalar que el comercio entre México y Estados Unidos ha sido particularmente activo en el pasado si se considera, por ejemplo, que

en 1990, de nuestras exportaciones totales 73% tuvo como destino ese país, convirtiéndonos en su tercer socio comercial después de Canadá y Japón. En tanto que las exportaciones de México a Canadá han tenido una tasa de crecimiento promedio anual de 10.4% entre 1986 y 1990.

El informe publicado por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) en agosto de 1992, señala respecto de la conclusión de las negociaciones: "Con el fin de eliminar barreras no arancelarias al comercio entre las partes y evitar el surgimiento de nuevas barreras en el futuro, los miembros del Tratado se sujetarán a ciertas disciplinas comunes: no habrá discriminación entre las mercancías importadas por las partes; se eliminarán las prohibiciones o restricciones cuantitativas a la importación y exportación; no se exigirán requisitos de marcado de origen con fines proteccionistas y se aplicarán disciplinas comerciales en función de la seguridad nacional, la salud pública, la protección del medio ambiente y la preservación de los tesoros artísticos y culturales".

En su apartado relativo a Disposiciones Generales Aplicables al Comercio de Bienes, Servicios e Inversión, el citado informe precisa que la finalidad de las normas y regulaciones técnicas de carácter obligatorio

"... debe ser, exclusivamente, la protección de la vida y la salud humana, animal y vegetal; la seguridad del medio ambiente, y la protección de los consumidores".

Asimismo, indica que,

"Para facilitar el comercio internacional, es importante buscar la compatibilidad entre los regímenes de normalización, con el fin de evitar que éstos se constituyan en barreras comerciales subrepticias".

Para hacer más homogéneo y transparente el proceso de elaboración y aplicación de normas se acordó:

1. Que las normas técnicas y los métodos para determinar su cumplimiento se apeguen al principio de trato nacional, para evitar discriminación entre los productos originarios de las partes.
2. Utilizar las normas internacionales como marco de referencia.
3. Adoptar las medidas necesarias para lograr la convergencia futura de los sistemas.
4. Ajustar los procesos de validación del cumplimiento de las normas a las disciplinas del capítulo.
5. Establecer ámbitos específicos de cooperación, que incluyan mecanismos de consulta, intercambio de información y notificación.

Para supervisar la aplicación cabal de este capítulo, se creará un Comité de Normas Técnicas, que se reunirá periódicamente y contará con la participación de especialistas para atender asuntos específicos en telecomunicaciones, transporte, sector automotriz, textiles, embalaje, requisitos de información al consumidor, programa de verificación, criterios de evaluación ambiental y métodos de valuación de riesgo, entre otros.

Se resalta el hecho de que el TLC constituye el acuerdo comercial que más atención ha prestado a los asuntos ambientales en el mundo; en forma tal que las disposiciones sobre normas, inversión, solución de controversias y acceso a mercados, entre otros, responden a esta voluntad y al compromiso de México con el medio ambiente.

En materia de comercio, se asienta que:

"... las Partes otorgarán prioridad a las disposiciones comerciales de convenciones internacionales, como las que protegen la capa de ozono, las que regulan el movimiento transfronterizo de desechos tóxicos y sustancias peligrosas y las que

protegen a las especies en peligro de extinción".

Se asegurará, específicamente,

"que ningún país reduzca sus estándares de protección ambiental con el objeto de atraer inversión. Las disposiciones del Tratado se proponen respetar el equilibrio entre crecimiento y protección del medio ambiente".

La firma de este Tratado se acompañó del establecimiento de la Resolución 95-5 relativa al manejo adecuado de sustancias químicas.

Para instrumentar dicha Resolución, se convino la necesidad de desarrollar planes de acción regional a fin de prevenir y reducir los riesgos de sustancias químicas, sobre todo tóxicas, persistentes y bio-acumulables, a través de medidas que buscan sustituir sus usos no esenciales en procesos y productos de consumo, así como eliminar o reducir sus emisiones al ambiente en plazos determinados.

Los primeros cuatro planes de acción se centraron en: dos plaguicidas (DDT y clordano), los bifenilos policlorados (BPC's), tres contaminantes orgánicos persistentes (POP's, por sus siglas en inglés), y el mercurio, un metal tóxico, persistente y volátil. Todas estas sustancias tienen como característica común que pueden dispersarse a grandes distancias.

La puesta en práctica de estos planes significa un desafío para México, debido a la existencia de problemas estructurales en materia de sistemas de información, capacidades analíticas, recursos tecnológicos, expertos en evaluación de riesgos y otros temas afines, los cuales necesariamente han tenido que ser atendidos para lograr los objetivos que marcan los planes. Al mismo tiempo, el país ha logrado avances significativos en materia de eliminación del uso de compuestos orgánicos persistentes, cuando apenas se está negociando a nivel mundial, en el seno de la Organización de las Naciones Unidas, un convenio vinculante al respecto.

Además, todas estas actividades dan cumplimiento tanto a las disposiciones del capítulo 19 de la Agenda XXI como a las de las Actas del Consejo de Ministros de la OCDE.

#### **3.2.4. Agenda XXI de las Naciones Unidas**

En 1992 tuvo lugar la Conferencia de la Organización de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo. Sus conclusiones quedaron plasmadas en la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo y en el documento conocido como la Agenda XXI, que contiene las bases para el establecimiento de programas de acción con el fin de lograr el desarrollo sustentable en relación con las sustancias químicas tóxicas y los residuos peligrosos, entre otros.

En la Agenda XXI, los programas de acción referidos a las sustancias químicas, contenidos en su capítulo 19, resaltan el hecho de que la sociedad obtiene incontables beneficios del empleo de estas sustancias, por lo que no es posible prescindir de su uso. Esos beneficios, sin embargo, van acompañados de efectos adversos en la salud y el ambiente cuando las condiciones en que se emplean dichas sustancias pueden constituir un riesgo. Así, el documento da importancia tanto a la evaluación como a la administración de los riesgos de las sustancias químicas; por tanto, su sentido no es excluir el uso de sustancias tóxicas o peligrosas en las actividades domésticas e industriales, más bien plantea el desarrollo de medidas para lograr su manejo seguro.

Además, insiste en que no debe separarse la evaluación de los riesgos de su administración, ya que no basta con descubrir problemas si no se está preparado para resolverlos. Esto último tiene particular relevancia porque rompe con el esquema en el que, por un lado, las autoridades sanitarias evaluaban los efectos en la salud de las

sustancias tóxicas difundidas en el ambiente, mientras que, por otro, las autoridades ambientales establecían programas para prevenir y controlar la contaminación, sin que existiera comunicación entre ambas ni se plantearan medidas de acuerdo con prioridades basadas en los riesgos para la salud y el ambiente. Ahora es necesaria la coordinación intersectorial de la autoridad, así como establecer y aplicar indicadores sanitarios y ambientales para evaluar si tienen éxito los instrumentos de gestión para implantar las políticas y alcanzar sus objetivos.

Otro aspecto importante de la Agenda XXI tiene que ver con el manejo ambientalmente seguro de las sustancias químicas a lo largo de su ciclo de vida; así, se enfoca en la producción, almacenamiento, transporte, comercialización, utilización o eliminación de dichas sustancias en forma segura.

El establecimiento de programas de reducción de riesgos ocupa un lugar especial entre las recomendaciones de la Agenda XXI. En este punto se subraya la necesidad de que cada país identifique cuáles son las sustancias tóxicas y los residuos peligrosos que requieren atención prioritaria, para elaborar programas de acción concretos cuyo propósito sea disminuir la exposición humana y, con ello, el riesgo. No menos relevante es el impulso que se recomienda dar al desarrollo de medidas preventivas para aplicar el principio de precaución o cautela, a partir de las cuales se busca evitar o minimizar el efecto adverso que puedan tener las sustancias químicas y sus residuos en la salud y el ambiente. Por eso, se insiste en que es preferible prevenir daños que remediarlos y que se debe informar a la población (consumidores, trabajadores, comunidad general) sobre las propiedades peligrosas de las sustancias y residuos, así como acerca de las condiciones de exposición que pueden provocar efectos adversos, como una de las medidas más eficaces para disminuir sus riesgos.

En suma, la Agenda XXI incluye líneas programáticas para sustancias químicas y

para residuos peligrosos. Entre las primeras se encuentran la expansión y aceleración de la evaluación internacional de sus riesgos, la armonización de su clasificación y etiquetado, el intercambio de información sobre sustancias químicas tóxicas y su riesgo, la organización de programas de reducción de riesgos y el fomento de la capacidad y los medios nacionales para la administración de estas sustancias. Entre la segundas, contenidas en el capítulo 20, están la promoción de la prevención y la reducción al mínimo de los residuos peligrosos, la promoción y fortalecimiento de las capacidades institucionales en materia de administración de estos residuos, la promoción y fortalecimiento de la cooperación internacional en materia de administración del movimiento transfronterizo de los mismos, y la prevención del tráfico ilícito de sustancias químicas tóxicas y residuos peligrosos.

La Agenda XXI también plantea que la cooperación internacional puede constituir un medio para hacer más eficientes los esfuerzos de los distintos países y organismos internacionales que durante años han trabajado en la evaluación de riesgos y en la propuesta de alternativas para enfrentarlos.

### **3.2.5. OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico)**

En 1994, México se integró a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), con lo que se abrió una amplia perspectiva de cooperación en materia ambiental. Es importante resaltar que, como su nombre lo indica, esta Organización no regulatoria enfoca sus actividades a promover el desarrollo de políticas e instrumentos que permitan lograr el desarrollo sustentable de los países miembros, al combinar el interés por el desarrollo económico y la protección al ambiente.

Paradójicamente, la totalidad de las Actas de su Consejo de Ministros en materia



ambiental están dirigidas a prevenir o reducir los riesgos en el manejo de los materiales y residuos peligrosos, así como los accidentes que los involucran y sus consecuencias, a la vez que buscan evitar la creación de barreras innecesarias al comercio de los productos químicos y de los residuos reciclables.

Antes de enumerar los aspectos que definen la orientación del trabajo desarrollado por la OCDE en materia de sustancias químicas, residuos peligrosos y accidentes químicos, es importante destacar que dichas disposiciones surgieron desde inicios de la década de 1980, por lo que precedieron el establecimiento del Convenio de Basilea y de la Agenda XXI, lo cual permite constatar el importante papel que juega la OCDE en el diseño de políticas que adquieren relevancia mundial. Así pues, las Actas del Consejo de la OCDE comprenden las relativas a:

- a) Nuevas sustancias químicas aceptación mutua de información sobre la evaluación de productos químicos, establecimiento del conjunto mínimo de datos para la evaluación de productos químicos antes de su comercialización, cumplimiento de los principios sobre buenas prácticas de laboratorio.
- b) Sustancias químicas existentes, investigación sistemática sobre productos químicos existentes, cooperación en la investigación y reducción de riesgos de productos químicos existentes, medidas adicionales para la protección del medio ambiente a través del control de bifenilos policlorados.
- c) Accidentes químicos, previsiones para informar al público sobre la toma de decisiones relativas a medidas preventivas y acciones de respuesta a accidentes que involucran sustancias peligrosas, intercambio de información relativa a accidentes capaces de producir daños transfronterizos.
- d) Movimientos transfronterizos de residuos peligrosos, reducción y control del movimiento transfronterizo de residuos peligrosos, control de movimientos

transfronterizos de residuos destinados a operaciones de recuperación.

Desde 1992, México empezó a preparar su adhesión a la OCDE, lo cual hizo necesario que distintas secretarías a través de la Dirección de Sustancias Químicas del INE (hoy incorporada a la Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas)-, designaran representantes para preparar el documento de posición respecto al cumplimiento de las Actas vinculantes (denominadas Decisiones). Dichos representantes, a partir de ese año, empezaron a participar en las reuniones más relevantes, como las del Grupo de Sustancias Químicas. En el citado documento México se comprometió a poner en práctica las disposiciones contenidas en las Actas, e incorporar en su legislación, sus políticas y programas los lineamientos básicos para ello. Dicho compromiso quedó expresado en el Acta de Adhesión a la OCDE, aprobada por el Congreso de la Unión, suscrita por el Ejecutivo y publicada en el Diario Oficial de la Federación en 1994.

### **3.3. LGEEPA**

#### **Disposiciones de la LGEEPA en materia de residuos peligrosos**

##### **Artículo 1.**

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio Ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre la que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción...

**Artículo 5.**

Son asuntos de alcance general en la nación o de interés de la Federación:

XIX. La regulación de las actividades relacionadas con materiales o residuos peligrosos.

**Artículo 8.**

Corresponde a la Secretaría:

VIII. Formular los criterios ecológicos que deberán observarse en la aplicación de la política general de ecología; la protección de la flora y fauna silvestre; el aprovechamiento de los recursos naturales; el ordenamiento ecológico general del territorio; y la prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo; con la participación que en su caso corresponda a otras dependencias;

XI. Proponer al Ejecutivo Federal las disposiciones que regulen las actividades relacionadas con materiales y residuos peligrosos, en coordinación con la Secretaría de Salud;

XIV. Proponer al Ejecutivo Federal las disposiciones que regulen los efectos ecológicos de los plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas en coordinación con las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de Salud y de Comercio y Fomento Industrial; Programa para la Minimización y el Manejo Integral de los Residuos Industriales Peligrosos en México. 1996-2000.1

**Artículo 29.**

Corresponde al Gobierno Federal, por conducto de la Secretaría, evaluar el impacto ambiental a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, particularmente tratándose de las siguientes materias:

VI. Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como de los residuos radiactivos...

**Artículo 150.**

La Secretaría, previa la opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, Minas e Industria Paraestatal, de Agricultura y Recursos Hidráulicos; y la Secretaría de Gobernación, determinará y publicará en el Diario Oficial de la Federación los listados de materiales y residuos peligrosos para efecto de lo establecido en la presente ley.

**Artículo 151.**

La instalación y operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos, requerirá de la autorización previa de la Secretaría".

**Artículo 152.**

Los materiales y residuos que se definan como peligrosos para el equilibrio ecológico deberán ser manejados con arreglo a las normas técnicas ecológicas y procedimientos que establezca la Secretaría, 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.

**Artículo 153.**

La importación o exportación de materiales o residuos peligrosos se sujetará a las restricciones que establezca el Ejecutivo Federal. En todo caso deberán

observarse las siguientes disposiciones:

- I. Corresponderá a la Secretaría el control y la vigilancia ecológica de los materiales o residuos peligrosos importados o a exportarse, aplicando las medidas de seguridad que correspondan, sin perjuicio de lo que sobre este particular prevé la Ley Aduanera;
- II. Únicamente podrá autorizarse la importación de materia/es o residuos peligrosos para su tratamiento, reciclaje o reuso, cuando su utilización sea conforme a las leyes, reglamentos y disposiciones vigentes;
- III. No podrá autorizarse la importación de materia/es o residuos peligrosos cuyo único objeto sea su disposición final o simple depósito, almacenamiento o confinamiento en el territorio nacional o en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción
- IV. No podrá autorizarse el tránsito por territorio nacional de materiales peligrosos que no satisfagan las especificaciones de uso o consumo conforme a las que fueron elaborados, o cuya elaboración, uso o consumo se encuentren prohibidos o restringidos en el país al que estuvieren destinados; ni podrá autorizarse dicho tránsito de residuos peligrosos, cuando tales materiales y residuos provengan del extranjero para ser destinados a un tercer país;
- V. El otorgamiento de autorizaciones para la exportación de materiales o residuos peligrosos cuyo único objeto sea su disposición final en el extranjero, quedará sujeto a que exista consentimiento expreso del país receptor;
- VI. Los materiales y residuos peligrosos generados en los procesos de producción, transformación, elaboración o reparación en los que se haya

utilizado materia prima introducida al país bajo el régimen de importación temporal, inclusive los regulados en el Artículo 85 de la Ley Aduanera, deberán ser retornados al país de procedencia dentro del plazo que para tal efecto determine la Secretaría.

- VII. El otorgamiento de autorizaciones por parte de la Secretaría para la importación o exportación de materiales o residuos peligrosos quedará sujeto a que se garantice debidamente el cumplimiento de lo que establezca la presente Ley y las demás disposiciones aplicables, así como la reparación de los daños y perjuicios que pudieran causarse tanto en el territorio nacional como en el extranjero, y
- VIII. En adición a lo que establezcan otras disposiciones aplicables, podrán revocarse las autorizaciones que se hubieren otorgado para la importación o exportación de materiales o residuos peligrosos, sin perjuicio de la imposición de la sanción o sanciones que corresponda, en los siguientes casos:
- a) Cuando por causas supervenientes, se compruebe que los materiales o residuos peligrosos autorizados constituyen mayor riesgo para el equilibrio ecológico que el que se tuvo en cuenta para el otorgamiento de la autorización correspondiente;
  - b) Cuando la operación de importación o exportación no, cumpla los requisitos fijados en la guía ecológica que expida la Secretaría;
  - c) Cuando los materiales o residuos peligrosos ya no posean los atributos o características conforme a los cuales fueron autorizados, y

- d) Cuando se determine que la solicitud correspondiente contenga datos falsos o presentados de manera que se oculte información necesaria para la correcta apreciación de la solicitud.

### 3.4. Normas Oficiales Mexicanas (NOM)

En la siguiente escala del marco jurídico, se encuentran las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en materia de residuos peligrosos.

<b>NOM-052-ECOL- 93</b>	Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
<b>NOM-053-ECOL- 93</b>	Establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
<b>NOM-054-ECOL- 93</b>	Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-055-ECOL-93.

<b>NOM-055-ECOL- 93</b>	Establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos excepto de los radiactivos.
<b>NOM-056-ECOL- 93</b>	Establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.
<b>NOM-057-ECOL- 93</b>	Establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.
<b>NOM-058-ECOL- 93</b>	Establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos

Tabla 6 Esta tabla nos muestra a grandes rasgos el contenido de Normas Oficiales Mexicanas relacionadas con los R.P. Fuente: D.O.F.<sup>21</sup>

Es importante identificar ciertas limitaciones en la normalización en materia de residuos peligrosos con el objeto de solventarlas a la brevedad, teniendo en cuenta que el ejercicio normativo representa el fundamento de una política exitosa de manejo de residuos peligrosos:

<sup>21</sup> Diario Oficial de la Federación del 22 de octubre de 1993.



- Hasta ahora las normas tienden a restringirse a la definición de los propios residuos, a pruebas para determinar su toxicidad e incompatibilidad y a ciertos requisitos para el diseño y operación de confinamientos.
- La normatividad debe estar referenciada a la mayor parte de las cadenas posibles y relevantes en el manejo de residuos peligrosos, incluyendo el tratamiento térmico, el reciclaje, la recuperación de materiales secundarios y la recuperación de energía, entre otros.
- Debe consolidarse un esquema normativo que considere de manera explícita la minimización en la generación de residuos, y no solamente arreglos tecnológicos al final del tubo.
- Debe buscarse la homologación de los listados mexicanos de los residuos peligrosos con respecto a otros listados (OCDE, Convenio de Basilea, EPA, etc.), para evitar incompatibilidades en diferentes interacciones comerciales, técnicas y de política.
- Es importante diferenciar a los residuos por su peligrosidad, tal como lo hace la OCDE (listados rojo, ámbar y verde), evitando ineficiencias en la gestión administrativa y en los sistemas de manejo, a través de un esquema de prioridades que tome en cuenta el riesgo ambiental asociado, y facilite la definición de políticas adecuadas.

La orientación de la normatividad debe tomar en cuenta cambios tecnológicos que reduzcan la generación de residuos en la fuente o propicien su reuso o recirculación.

Es necesario que la normatividad contemple para cada opción de manejo de residuos (confinamiento, reciclaje, etc.), condiciones de tratamiento previo en

términos de estabilización termodinámica y cinética y de neutralización química, entre otras.

La normatividad debe establecer criterios y procedimientos para la remediación de sitios contaminados por diferentes tipos de residuos, como lo pueden ser metales o hidrocarburos. También debe definir criterios que establezcan niveles óptimos de remediación, metas y objetivos.

Es conveniente plantear una definición adecuada de residuos especiales, los cuales, a pesar de que no tienen características importantes de peligrosidad, requieren un manejo específico. Esto, dado que la frontera entre lo que es un residuo peligroso y otro que no lo es, puede ser bastante difusa.

### **3.5. Reglamento de la LGEEPA**

En el siguiente orden jerárquico de la legislación se encuentra el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, el cual plantea procedimientos de registro e información obligatorios para todo sujeto responsable de la generación, así como los lineamientos de manejo y disposición final, importación y exportación de los mismos.

### **3.6. Legislación Internacional**

Con el propósito de poner en perspectiva la experiencia y situación nacional en materia de legislación y gestión de los residuos, así como de determinar cómo fortalecer ambas materias aprendiendo de las experiencias de otros países, se describirán en este apartado algunos ejemplos de lo que ocurre en algunos de ellos,

cubriendo los aspectos citados a continuación para los fines que se plantean:

- Disposiciones relevantes de las legislaciones: para identificar cómo se abordan temas o elementos claves.
- Opiniones críticas sobre las legislaciones: que explican el porqué se reforman periódicamente dichas legislaciones y se les complementa con otras o con otros instrumentos de gestión.
- Desarrollo institucional: para resaltar la importancia política que se otorga al tema ambiental en general, y de la gestión de los residuos en particular.

Lo anterior, porque no basta con legislar para lograr un objetivo, puesto que el Derecho no es un fin en sí mismo sino una herramienta que se inserta en un sistema más complejo de instrumentos y recursos, sin los cuales las leyes se convierten en letra muerta, así como para destacar que el proceso legislativo en una materia no se interrumpe al promulgar una ley al respecto, sino que debe someterse a una revisión y adecuación continua y, de ser necesario, desarrollar otras que la complementen.

Este apartado busca resaltar, asimismo, la interrelación que existe entre las políticas nacionales de algunos países y las directrices o lineamientos establecidos por organismos multilaterales de los que forman parte; es decir, se trata de mostrar cómo ciertos países influyen en dichos organismos y viceversa, cómo tratan de incorporar en sus legislaciones lo que éstos recomiendan; tal es el caso de Alemania, que al mismo tiempo forma parte de la Unión Europea y de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), y de los Estados Unidos de América (EUA), que es miembro de esta última organización, como lo es México.

No menos importantes son las interrelaciones comerciales que existen entre unos y otros países, reforzadas por la suscripción de tratados comerciales que crean mercados comunes, ya que existe una estrecha relación entre las mercancías que se comercian, junto con sus empaques, y la generación de residuos; por lo que las políticas que afectan a las primeras, inciden en los segundos.

### 3.6.1. Alemania

La Ley para Promover la Gestión de los Residuos como Ciclo Cerrado de las Sustancias y Asegurar la Disposición de los Residuos Ambientalmente Compatible,<sup>22</sup> también denominada Ley para Evitar, Recuperar y Disponer de los Residuos, fue publicada el 27 de septiembre de 1994.<sup>23</sup> Tras su publicación, se han producido reformas a algunas de sus disposiciones que han quedado plasmadas también en las reformas de otras legislaciones, tales como: la Ley de Procedimientos de Expedición de Licencias (12/8/1996), la Ley de Conservación del Suelo (17/3/1988) y Ley 7 de noviembre de 1996 de la Convención sobre la Prevención de la Contaminación Marina por el Vertimiento de Residuos y otras Materias de 1972 (22/6/1998).

En la Parte Uno de la Ley, sobre Disposiciones Generales, se incluye el propósito de la misma, el área de aplicación y la definición de términos, sobre los cuales se mencionan a continuación los aspectos más sobresalientes.

---

<sup>22</sup> Título traducido de la versión en inglés, ya que el título en alemán "Kreislaufwirtschafts-und Abfallgesetz", ha sido traducido como Ley de la Economía de Ciclo integral y Gestión de residuos peligrosos

<sup>23</sup> Esta Ley pone en práctica la Directiva del Consejo de la Unión Europea 91/156/EEC del 18 de marzo de 1991, en cuanto a las reformas de la Directiva 75M42/EEC sobre residuos y la Directiva 94/31/EC del 27 de junio de 1994 respecto de las reformas a la Directiva 91/689/EEC sobre residuos peligrosos.

El objetivo de esta Ley, como su título lo indica, es: promover el manejo de los residuos como un ciclo cerrado de las sustancias que los conforman, a fin de conservar los recursos naturales y asegurar la disposición ambientalmente adecuada de los residuos.

Las disposiciones contenidas en ella se aplican a las medidas para:

- ✦ evitar,
- ✦ recuperar, y
- ✦ disponer los residuos.

Entre las definiciones de términos, se encuentran las relativas a:

- ✦ **Residuo:** cualquier propiedad movable en las categorías establecidas en la Ley, que quien la posee desecha o intenta hacerlo o se le requiere que la descarte.<sup>24</sup>
- ✦ **Residuo para recuperación:** es aquel que es recuperado.
- ✦ **Residuo para disposición:** es el que no puede ser recuperado.
- ✦ **Productor o generador:** cualquier persona natural o entidad legal a través de cuyas acciones se produjo el residuo, o cualquier persona que ha llevado a cabo un pretratamiento, mezcla u otro tratamiento, que efectúa un cambio en la naturaleza o composición de tal residuo.

---

<sup>24</sup> Se le requiere a "quien posee una propiedad movable que ya no puede ser usada de acuerdo con su propósito original, y cuando, debido a su estado específico, puede poner en peligro, en el presente o en el futuro, el interés pública especialmente al ambiente; y cuando su peligro potencial puede eliminarse a través de su recuperación adecuada y segura, o su disposición es compatible con el interés público de acuerdo con las disposiciones de esta Ley"

- **Poseedor de un residuo:** cualquier persona natural o entidad legal que tiene autoridad física actual sobre el residuo.
- **Manejo del residuo:** se entiende como la recuperación y disposición del mismo.
- **Gestión de los residuos como un ciclo cerrado de las sustancias:** comprende proporcionar, proveer, recolectar, transportar, almacenar y tratar los residuos para su recuperación.
- **Disposición de los residuos:** comprende proporcionar, proveer, recolectar, transportar, tratar, almacenar y confinar los residuos para disposición, mediante procedimientos acordes con el estado del arte tecnológico.
- **Impedir el interés público:** se entiende que esto ocurre cuando:
  - se afecta la salud humana;
  - se pone en peligro a las plantas y animales;
  - se influye dañinamente en los cuerpos de agua y suelos;
  - la contaminación del aire y el ruido provocan influencias dañinas en el ambiente;
  - no se considera adecuadamente el interés de la planeación de las entidades y del país, la conservación de la naturaleza, el manejo del paisaje y el desarrollo urbano;
  - se amenaza o se altera la seguridad y el orden público.
- **Estado del arte:** se entiende como el nivel de desarrollo de procedimientos modernos, instalaciones o prácticas operacionales que permiten medidas

relevantes de adecuación práctica para la disposición de los residuos de manera compatible con el ambiente, que se debe considerar que se aseguren. La determinación del estado del arte debe incluir especialmente la consideración de operaciones comparables, instalaciones y prácticas operacionales cuyo éxito haya sido probado también operacionalmente.

En la Parte dos, la Ley cubre los Principios Básicos para, y las Obligaciones de, Productores y Poseedores de Residuos y Partes Responsables de su Manejo.

Entre los principios más relevantes enunciados en esta Ley, están los que se refieren a que los residuos deben:

1. En primer lugar, ser evitados; lo cual puede lograrse especialmente reduciendo su cantidad y peligrosidad.
2. En segundo lugar, a) ser sujetos al reciclado de las sustancias contenidas en ellos y b) ser empleados para la recuperación de energía.
3. Ser dispuestos permanentemente en forma compatible con el interés público, cuando ya no puedan ser recuperados.

Los principios antes citados se ven reflejados como obligaciones básicas especificadas en la Ley en los siguientes términos:

La obligación de evitar la generación de residuos aplica a los operadores de plantas, al establecerse en la Ley (artículo 9) que las deben construir y operar en tal forma que se eviten, recuperen o dispongan los residuos de acuerdo con la Ley Federal de Control de Emisiones.

Asimismo, se indica que se podrá aplicar esta obligación mediante los

ordenamientos derivados de la Ley relativos a las prohibiciones, restricciones y etiquetado de ciertos productos (especialmente empaques y los que contienen sustancias peligrosas, artículo 23), así como a la obligación de retomar o devolver ciertas mercancías y a la obligación de aceptarlas (artículo 24).

La obligación de los productores o poseedores de los residuos de recuperarlos a través de procesos:

- Seguros y de alta calidad aplicables a la naturaleza y tipo de dichos residuos;
- Que no afecten el interés público; y
- Que no generen la acumulación de sustancias dañinas durante el ciclo de recuperación de sustancias.
- Las partes que representan a la ley publica responsable del manejo de residuos
- Están obligadas a recoger y disponer los residuos de domicilios privados en su área que les sean proporcionados, así como de otras áreas que se ajusten a las disposiciones que estipula esta Ley.
- Están exentos de esta obligación respecto de residuos que se originen en otras fuentes distintas que las domiciliarias, en la medida que la responsabilidad de aquéllos haya sido transferida a terceros o a empresas privadas que se ocupan del servicio.
- Con el consentimiento de la autoridad competente, pueden excluir de su manejo los residuos sujetos a las obligaciones de aceptar el retorno de mercancías (artículo 24), si están disponibles las instalaciones para retornar tales bienes.



En la Parte Tres de la Ley, se introduce el concepto de Responsabilidad sobre el Producto, que también se conoce como "Responsabilidad Extendida del Fabricante" (EPR por sus siglas en inglés), y que incluye entre otras, las siguientes consideraciones:

Las partes que desarrollen, manufacturen, procesen o traten, o vendan productos tienen "responsabilidad sobre el producto" para lograr los propósitos del manejo de los residuos conforme al ciclo cerrado de las sustancias. Para cumplir con esta responsabilidad, de los productos deben de ser diseñados, de ser posible, en forma tal que la generación de residuos se reduzca durante su producción y uso, y que se asegure que la recuperación y disposición de los residuos resultantes sean compatibles con el ambiente (artículo 22).

En particular, la responsabilidad sobre el producto comprende:

- El desarrollo, producción y comercialización de productos que puedan ser reusados, que sean técnicamente durables y que después de su uso permitan que su recuperación sea adecuada y segura, y que su disposición sea compatible con el ambiente.
- Otorgar prioridad al uso de residuos recuperables o de materiales secundarios como insumos en la producción de productos.
- Etiquetar los productos que contengan contaminantes, para asegurar la recuperación y disposición de los residuos que resulten de su uso, de manera compatible con el ambiente.

- Proporcionar información respecto a las posibilidades u obligaciones de retornar, reusar y recuperar, y concernientes a los arreglos respecto al pago de depósitos, a través de la etiqueta de los productos.
  
- Aceptar las mercancías retornadas y los residuos que resulten de su uso, así como la recuperación y disposición subsecuentes de tales productos y residuos.

A través de ordenamientos estatutarios, el Gobierno Federal determina qué partes están obligadas a cumplir con la Responsabilidad sobre el Producto y a qué productos aplica.

En este mismo marco, se insertan las disposiciones relativas a las "prohibiciones, restricciones y etiquetado"(artículo 23) y a la "obligación de retornar ciertas mercancías y la obligación de aceptar las mercancías retornadas" (artículo 24), que plantean que el Gobierno Federal puede ordenar mediante ordenamientos estatutarios, aprobados por el *Bundesrat*, tras de escuchar a las partes a quienes conciernen, que:

1. Se pongan en circulación ciertos productos, especialmente empaques y contenedores con ciertas características o para ciertos usos, para los cuales esté asegurada la recuperación y disposición adecuada.
2. No se pongan en circulación ciertos productos si, durante el manejo de sus residuos, no puede evitarse la liberación de sustancias dañinas, o sólo pueda evitarse ésta mediante costos desproporcionadamente altos, o si no puede asegurarse por otros medios su manejo ambientalmente adecuado.

3. Se incluya en el etiquetado de ciertos productos información que asegure el cumplimiento de la obligación básica de aceptación de las mercancías que se retornen.
4. Se etiquete y marque ciertos productos que contengan sustancias dañinas que persistan cuando se conviertan en residuos, indicando, en particular, la necesidad de retornarlos al fabricante, distribuidor o terceras partes.
5. Se indique en el lugar de venta de las mercancías, cuáles están sujetas a la obligación de retornarlas y cuáles están sujetas al sistema de depósito-reembolso.
6. Los fabricantes o distribuidores:
  - ✦ Puedan vender o poner en circulación ciertas mercancías sólo después de contar con la posibilidad de que les sean retornadas.
  - ✦ Acepten las mercancías retornadas, proveyendo de medidas apropiadas para ello, especialmente a través de sistemas de recepción de éstas, ya sea en el lugar de venta o donde se generan sus residuos, o del establecimiento de un esquema de depósito.
  - ✦ Lleven registros, que presentarán a las autoridades competentes, acerca del tipo, cantidad, recuperación y disposición de los residuos retornados.
  - ✦ El Gobierno Federal, mediante ordenamientos estatutarios, determinará también:
    - ✦ Qué parte es responsable de pagar por la aceptación de las mercancías retornadas, su recuperación y disposición.
    - ✦ Que los poseedores de los residuos deben ponerlos a disposición de los fabricantes o distribuidores obligados a recibirlos.

- Las formas y medios a través de los cuales los residuos deban ponerse a disposición, incluyendo los relativos a proporcionarlos, recolectarlos y transportarlos.

La Parte Cuatro de la Ley cubre la planeación de la Responsabilidad, que comprende la Regulación y Planeación y la Autorización de las Instalaciones de Manejo de Residuos.

La Parte Cinco, se ocupa de la Promoción de Adquisiciones, y está constituida por un solo artículo (37) que plantea las Obligaciones del Sector Público. A este respecto, es de sumo interés el que se obliga a las dependencias gubernamentales federales o bajo la supervisión federal, a dar el ejemplo a través de la selección de los productos que consuman y el diseño de los procedimientos de trabajo, a fin de que se elijan en la medida de lo posible productos durables, reusables o recuperables, o bien que sean productos reciclados, y que en comparación con otros productos sean menos contaminantes.

En la Parte Seis, se establece la Obligación de Proporcionar Información Adecuada.

En la Parte Siete, se definen los aspectos de Supervisión, uno de los cuales es el relativo a los "residuos que requieren supervisión" (artículo 41), respecto a los cuales la Ley establece que deben determinarse requerimientos especiales para la supervisión y disposición de los residuos de compañías comerciales y otras empresas de negocios o instituciones públicas, que, debido a su tipo, naturaleza y cantidad, plantean un riesgo particular a la salud, la calidad del aire o del agua, que son explosivos o inflamables o que contienen o pueden propiciar el desarrollo de agentes patógenos causantes de enfermedades contagiosas. El Gobierno Federal

está facultado para emitir los ordenamientos que determinen qué residuos pertenecen a esta categoría. También se incluye en el mismo artículo, la mención a los residuos de esta índole que puedan ser sujetos a reciclaje bajo condiciones que garanticen la seguridad de los procesos.

En la Parte Ocho, se determina la Organización de las Compañías y de los Oficiales que Manejan los Residuos.

En la Parte Nueve, se incluyen las Disposiciones Finales.

### **3.6.1.2. Observaciones críticas sobre la legislación alemana de residuos**

De acuerdo con el responsable de la Dirección de Gestión de Residuos del Ministerio Federal del Ambiente de Alemania,<sup>25</sup> dicha Ley ha recibido críticas por la dificultad que representan para su instrumentación las diferentes interpretaciones de los términos legales incluidos en ella para definir lo que es un residuo, así como a los residuos recuperables y los denominados residuos de disposición final; aspecto que, entre otros:

- ✦ Se considera conduce a formas distintas de verificar el cumplimiento de la Ley.
- ✦ Lleva a los industriales a plantear que un material reciclado deje de llamarse residuo más tempranamente en su ciclo de vida para facilitar su manejo.

---

<sup>25</sup> SCHNURER H., *Waste Management Policy in Germany: The effects of new European directives and implementation status of waste law projects in Germany. 2000* (Política de Manejo de Desechos en Alemania: Los efectos de nuevas directivas Europeas y ejecución de proyectos de ley sobre estados de desechos en Alemania . 2000)

- ✦ Es visto como un problema para la definición de responsabilidades, tanto por parte de los generadores, como de las compañías públicas y privadas que se ocupan de su manejo, puesto que de acuerdo con la Ley la responsabilidad del manejo de los residuos domésticos y de los residuos destinados a disposición final es de las instalaciones públicas, en tanto que la recuperación de residuos es responsabilidad de los generadores privados, propietarios y recicladores.

Para aclarar la confusión causada por los términos jurídicos imprecisos de la citada Ley, se han elaborado las "Instrucciones Técnicas para la Recuperación de Residuos"; sin embargo, por no tratarse de un ordenamiento legal sino de un "Procedimiento Administrativo General, se están preparando las regulaciones correspondientes. A este respecto, no sólo se buscan aclarar las dudas legales sobre los parámetros en los cuales se basan las definiciones de lo que es residuo, recuperación y disposición, reciclado y recuperación de energía, recuperación de energía y tratamiento térmico, alta calidad y seguridad de los procedimientos de recuperación; sino que también se ha propuesto que:

- ✦ No se tome en cuenta el criterio de contenido de contaminantes para determinar su clasificación como residuo para disposición, sino el que un proceso de recuperación determinado pueda ser visto como inocuo.
- ✦ Por ser los residuos domésticos recuperables, no deberían ser considerados a priori como residuos.

- Para estandarizar el cumplimiento de la Ley, se deberían desarrollar regulaciones concretas basadas en tipos específicos de residuos.

Cabe señalar que, en cuanto a la elaboración de regulaciones basadas en materiales particulares, como:

La regulación relativa a las baterías, que entró en vigor en 1998, ha sido reformada para incluir la consideración de que se componen de nuevos metales pesados, como lo requiere la Directiva Europea al respecto.

Se han tenido tanto éxitos como fracasos en la instrumentación de la regulación referente a los vehículos que llegan al final de su vida. Entre los problemas identificados se encuentran los relacionados con los altos costos de recibir los vehículos usados en los lugares autorizados, así como con las deficiencias de los procesos de inspección por falta de preparación y confiabilidad en los inspectores.

La regulación respecto del manejo de equipo de información, oficinas y tecnologías de comunicación, también ha sido revisada y reformada para considerar su aplicación a prácticamente todos los equipos eléctricos y electrónicos, especialmente los llamados "equipos blancos" (por ejemplo, refrigeradores, lavadoras y otros equipos domésticos), así como los denominados "equipos cafés" (entre los que se encuentran los electrónicos) y pequeños equipos eléctricos. La responsabilidad de la recolección de estos equipos, cuando los desechen los consumidores privados, es de las autoridades locales, las que a su vez determinarán cómo serán recolectados por los sistemas de recolección de los fabricantes, que a partir de ese momento se harán cargo de los costos de su recuperación y disposición seguras y ambientalmente adecuadas. Esta regulación también se aplica a los stocks de equipos que ingresaron previamente al comercio

antes de su promulgación y obliga a los fabricantes no sólo a hacerse cargo de los equipos de su marca sino de otros productores, lo cual desde la perspectiva de éstos es considerado como inconstitucional.

En el caso de los aceites usados, Alemania fue conminada por la Unión Europea a reforzar las disposiciones tendentes a incentivar el reprocesamiento de los mismos para ser usados como lubricantes y a desincentivar su empleo como combustibles alternos en hornos cementeros que compiten más favorablemente en el mercado, puesto que este uso sale más barato que el primero. Por lo anterior, se decidió introducir un nuevo instrumento económico en su legislación, para que los reprocesadores de aceite reciban una compensación que resuelva el problema de la desventaja competitiva; dicha compensación se dará en forma de una beca, que se pagará por tonelada de aceite manufacturado, a través de un arreglo transitorio para que modernicen sus operaciones y las hagan más competitivas, con lo cual se dará fin a la compensación. El recurso para financiar esta beca provendrá de los impuestos generales. Este será el primer caso de aplicación de un instrumento económico para incentivar el reciclaje de residuos.

En la regulación de los residuos de madera (por ejemplo de la industria procesadora de madera; o productos de madera como los muebles; empaques de madera o cimbra de madera usada en la construcción), se plantea agruparlos en cuatro categorías que van desde los residuos de madera totalmente sin contaminación, hasta los de madera contaminada con preservativos (por ejemplo pentaclorofenol). Asimismo, se utilizarán como criterios adicionales el origen, condición y forma de segregación de los residuos. La regulación comprenderá declaraciones vinculantes por parte del generador acerca de las características de la madera (para evitar realizar pruebas de laboratorio difíciles de llevar a cabo),



requisitos para el reciclado y recuperación de energía seguros a partir de los residuos, así como las características que debe reunir el material reciclado en cuanto a presencia de contaminantes para que pueda ser reutilizado como insumo en la industria. La madera que contenga más de 50 partes por millón de bifenilos policlorados no podrá disponerse de otra manera que por tratamientos térmicos que se ajusten a las disposiciones normativas.

Además de lo anterior, se trabaja activamente en el establecimiento de instrucciones técnicas para someter a pretratamiento biológico los residuos municipales antes de colocarlos en un relleno sanitario, como alternativa a la incineración, que derivarán en regulaciones tan estrictas respecto a las emisiones como las de incineración.

En cuanto a las regulaciones relacionadas con la responsabilidad sobre el producto, y principalmente sobre los envases, el responsable del área que se ocupa de la gestión de los residuos en el Gobierno Federal, considera que aún deben ser cuidadosamente investigados sus impactos; sobre todo, debe examinarse la cuestión relacionada con el establecimiento de! esquema depósito-reembolso para asegurar el retorno de envases de bebidas, ya que no se pudo alcanzar en 1997 la meta de retorno del 72% de los envases, rezago que se mantuvo desde febrero de 1999 hasta enero de 2000, ante la oposición de una gran parte del sector industrial y comercial involucrado.<sup>26</sup>

Esto último plantea la necesidad de "encontrar un instrumento que pueda lograr el objetivo ecológico que se persigue: "promoción de los sistemas retornables", y que sea económicamente eficiente, práctico para todas las partes involucradas y

---

<sup>26</sup> *Act for Promoting Closed Substance Cycle Waste Management and Ensuring Environmentally Compatible Waste Disposal*

políticamente factible". Uno de los candidatos posibles, parece ser el establecimiento de una regulación sobre "cargos dinámicos o de pago variable", los cuales se basan en un mecanismo para cobrar más a quien más residuos genere, así como se cobra el gas, la electricidad y el agua, conforme al consumo. Ello podría llevar a concientizar al consumidor, acerca de la relación existente entre lo que consume y lo que tira a la basura, para fomentar una cuidadosa selección de las mercancías que se compren a fin de reducir el volumen final de basura que se genera, así como la participación ciudadana en los programas para fomentar y favorecer el reciclado.

Para otros estudiosos del tema (tal como Benfield H., Consultor GTZ)<sup>27</sup> como consecuencia de la nueva visión incorporada en la Ley a la que se ha venido haciendo referencia, respecto a "la responsabilidad sobre el producto o la responsabilidad extendida del fabricante":

- ✦ Se abre un amplio campo de acción para la industria y las fuerzas del libre mercado.
- ✦ Se vincula la producción y el consumo de bienes con la gestión de los residuos que éstos generan.
- ✦ Se establecen sistemas de balance de materiales para cerrar los ciclos de gestión de las sustancias, incluyendo cuando se convierten en residuos.
- ✦ Se libera a las administraciones gubernamentales de la responsabilidad de las materias primas secundarias que ahora son responsabilidad de la industria privada, quedando las primeras a cargo sólo del compostaje de residuos biológicos y de lo que denominan "desechos residuales".

---

<sup>27</sup> DURAN DE LA FUENTE, H. Compilador. **Gestión ambientalmente adecuada de residuos sólidos. Un enfoque de política integral.** CEPAGTZ, 1997.

Sin embargo, también existen opiniones encontradas, como las que señalan que este esquema tiene errores y sesgos en su diseño,<sup>28</sup> dado que:

- ✦ Se enfoca solamente a empaques y exclusivamente a su reciclaje.
- ✦ Exige que todos los empaques sean reciclados.
- ✦ Fija metas de reciclaje extremadamente altas para los empaques usados que se generan en los hogares.
- ✦ Fija tiempos muy cortos para implementar los programas nacionales de recuperación con recolección separada para los empaques usados.
- ✦ Estipula que las organizaciones de recuperación (Sistema Dual) no pueden ser ni permanecer operacionales, si no cumplen con tasas de reciclaje extremadamente altas.

Estas críticas se basan los siguientes hechos:

- ✦ Los empaques no son en sí mismos materiales sino una forma de uso que se les da a éstos, por lo cual lo más rentable sería establecer esquemas de recuperación y acopio de todos los productos fabricados con tales materiales y no sólo de los empaques.
- ✦ Lo más conveniente, en lugar de centrarse sólo en los envases generados en los hogares, sería la recuperación de los generados en industrias y comercios que son más fáciles de recolectar y de manera más rentable por los volúmenes de generación.

---

<sup>28</sup> Citado en: Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos Instituto Nacional de Ecología/Semamap 2000, Pág. 65.

- ✦ Al no establecerse gradualidad en el cumplimiento de metas, se desaprovecha la oportunidad de ir aprendiendo y corrigiendo desviaciones sobre la marcha.
- ✦ Para decidir la forma de manejo debió aplicarse el análisis o inventario de ciclo de vida, a fin de seleccionar la opción más ventajosa entre las distintas alternativas: reciclaje, reuso, tratamiento térmico con recuperación de energía y otras modalidades de tratamiento, en vez de recurrir exclusivamente al reciclaje.
- ✦ El costo de estos programas selectivos de recuperación enfocados sólo a los envases domésticos es superior al que resultaría de la aplicación de esquemas más flexibles de gestión integral.

Lo anterior, llevó a países como Francia y Bélgica, que también son miembros de la Unión Europea como Alemania, a introducir el enfoque de Responsabilidad Compartida como una alternativa al esquema de Responsabilidad Extendida del Productor, a través del cual se incorpora la participación de las autoridades, así como una combinación de formas de manejo de los residuos mediante sistemas alternativos, lo que permite asumir el costo adicional que representa la recolección con fines de reciclado, el cual resulta ser en estos países 10 a 15 veces más económico que el del sistema alemán, en términos del Producto Interno Bruto per cápita. También los tiempos que se dieron para instrumentar sus programas al respecto fueron más largos, como en el caso de Francia en donde se previó un periodo de 10 años.

### 3.6.2. Estados Unidos

La complejidad del sistema jurídico en la materia de dicho país hace imposible describirlo en un espacio tan limitado como el que se dispone para tratar este tema, por lo que sólo se hará mención de algunos aspectos que pueden ser relevantes para los fines ilustrativos que se persiguen.<sup>29 30 31</sup>

Así, por ejemplo, conviene saber que la legislación federal de los EUA define como:

**Residuo sólido:** cualquier basura, desecho, lodo de planta de tratamiento de aguas residuales, de plantas potabilizadoras de agua, de procesos de control de emisiones atmosféricas y cualquier otro material desechado, incluyendo materiales sólidos, líquidos, semisólidos o gaseosos que estén contenidos y resulten de operaciones industriales, comerciales, mineras y agrícolas, así como de actividades comunitarias; pero no comprende a los materiales sólidos o disueltos presentes en los drenajes domésticos, o que provengan del arrastre de aguas de irrigación o de descargas industriales que son fuentes puntuales sujetas a permisos bajo la sección 402 de la Ley Federal de Control de la Contaminación del Agua, ni materiales o subproductos nucleares como los define la Ley de Energía Atómica.

En este contexto, los residuos peligrosos son considerados como una

<sup>29</sup> *Environmental Statutes. Government Institutes. 1998 Edition* Estatutos Ambientales. Institutos Gubernamentales. Edición 1998-. (Consultar página Web: [www.epa.gov](http://www.epa.gov)).

<sup>30</sup> FIRESTONE, D.B. Y REED F.C., *Environmental Law for Non-Lawyers* (Ley Ambiental para no Abogados). SoRo Press, Segunda edición, Estados Unidos, 1993.

<sup>31</sup> *Code of Federal Regulations, 40. Protection of Environment. Parts 260-299, U.S.A. Office of the Federal Register National Archives and Records Administration* (Código de Regulaciones Federales. 40. Protección del Ambiente. Partes 260-299, E.U. Oficina del Archivista General de Archivos Federales y Registros de Administración) Julio 1991. Ver página Web: [www.epa.gov/epacfr40/chapt-1.info](http://www.epa.gov/epacfr40/chapt-1.info)

"especie" de residuos sólidos y junto con los residuos sólidos municipales son legislados a nivel federal por la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA por sus siglas en inglés), a partir de 1976, al encontrarse que la ausencia de involucramiento federal y las prácticas pasadas de disposición de los residuos de toda índole habían tenido consecuencias graves desde la perspectiva ambiental y creado sitios con niveles altos de contaminación de suelos y cuerpos de agua subterráneos y superficiales. El enfoque de RCRA es eminentemente preventivo, si se considera que el propio nombre de la Ley señala que su propósito es conservar y recuperar los recursos, y las disposiciones generales que indican que su propósito es prevenir riesgos a la salud y al ambiente. Cabe mencionar que la gestión de los residuos de toda índole está descentralizada y los estados pueden regular más rigurosamente su manejo.

El papel del gobierno federal en los E.U., respecto de los residuos sólidos municipales, se limita principalmente a proveer de asistencia técnica y financiera sólo a aquellos estados que le presenten -y tengan su aprobación- planes estatales de manejo que cumplan con las disposiciones regulatorias federales, las cuales prohíben el establecimiento de nuevos tiraderos de basura a cielo abierto, requieren que se cierren los existentes y que se construyan rellenos sanitarios en los que se empleen geomembranas y que se disponga de mecanismos para captar lixiviados que impidan la infiltración de los contaminantes en el suelo o se empleen otros métodos ambientalmente adecuados para lograr este objetivo. En este caso, el aliciente para que los estados cumplan con la legislación federal es el acceso a los recursos financieros.

El problema que se ha enfrentado en los E.U. en la construcción y operación

de los rellenos sanitarios es su alto costo, sobre todo para poblaciones pequeñas, por lo cual una alternativa para abaratar dichos costos es que estas instalaciones sean compartidas por varias poblaciones, a fin de contar con un flujo continuo y suficiente de residuos que haga rentable su operación y la recuperación de los materiales secundarios valorizables o de la energía derivada del aprovechamiento de los gases generados por la fermentación de la materia orgánica. En este tipo de instalaciones compartidas, si una entidad disminuye la cantidad de residuos que envía a ellas, puede llegar a influir en el costo de su operación y, en caso de elevarse éste, para evitar que sean las otras entidades a las que les resulte más caro dicho servicio, se ha recurrido al concepto "entregue residuos o pague como si los hubiera entregado", lo cual también suele resentirse negativamente en las poblaciones que están teniendo éxito en la reducción del volumen de residuos que generan.

Paradójicamente, conseguir la rentabilidad y bajo costo de los servicios que ofrecen los rellenos sanitarios, desincentiva la prevención de la generación y el reúso o reciclado de los residuos, lo cual debe ser el fin primordial de las políticas ambientales en esta materia; dado lo cual se requiere de una cuidadosa planificación del desarrollo de tal infraestructura tomando en cuenta las proyecciones en la reducción de la generación de los residuos.

En 1991, se expidió una nueva regulación para rellenos sanitarios, a fin de presionar a las más de 6,000 instalaciones para que cumplan normas más estrictas y eviten su cierre. Entre ellas se encuentran:

- Criterios para su localización.
- Diseño.

- ✦ Construcción.
- ✦ Operación.
- ✦ Monitoreo del agua subterránea.
- ✦ Condiciones para la clausura definitiva.
- ✦ Garantías financieras para el cierre de las instalaciones.

Lo anterior, por haberse identificado que en 19 estados los rellenos sanitarios no satisfacen los criterios de operación y sólo el 25% monitorea el agua subterránea para prevenir su contaminación. Se estima que la aplicación de los nuevos requerimientos será de 330 millones de dólares anuales.

Se calcula que alrededor de 30 millones de toneladas de residuos municipales fueron incinerados en 1991 con recuperación de energía en 138 plantas especializadas, Lo que representó cerca del 0.4% del total de la energía producida anualmente; para el año de 1993 se encontraban en desarrollo 100 plantas de incineración adicionales.

En lo que se refiere a envases y embalajes, también la legislación norteamericana está orientada a fomentar el incremento en los niveles de reciclaje, para reducir los volúmenes considerables de residuos sólidos que se envían a relleno sanitario (alrededor del 70% del total generado). Por lo anterior, se regula:

- ✦ El reciclaje de los envases y embalajes.
- ✦ El depósito para envases de bebidas.
- ✦ La codificación para botellas de plástico.
- ✦ Los plásticos degradables.
- ✦ La disposición en rellenos sanitarios.



- ✦ La recuperación de energía.
- ✦ El etiquetado ecológico.

También en este caso las regulaciones incluyen disposiciones que se aplican a los fabricantes de los productos, así como prohibiciones de disposición en rellenos sanitarios de bienes reciclables corrientes y no sólo de residuos problema como:

- ✦ El aceite de autos e industrial.
- ✦ Las llantas usadas.
- ✦ Las pilas, las baterías y acumuladores de autos.
- ✦ Los electrodomésticos.
- ✦ Los muebles.
- ✦ Los residuos de jardinería.

En los estados, las legislaciones están incitando a los fabricantes a utilizar determinadas cantidades mínimas de materiales reciclados, a reducir la producción o uso de materiales tóxicos (como metales pesados en aditivos, colorantes y tintas), a evitar que coloquen en las etiquetas mensajes no sustentados de "pretensiones ambientales", así como a recolectar y reciclar materiales problemáticos.

A la vez, los estados están fomentando el reciclaje a través de la incorporación en sus políticas de adquisición de bienes, de precios preferenciales para los productos reciclados y de fijar metas para la compra de éstos.

Para facilitar la segregación y reciclado de los productos de plástico, de acuerdo con las resinas que los componen, se ha adoptado una codificación internacional en la cual se emplea un símbolo de forma triangular integrado por tres flechas, con un número específico en el centro para representar al material del cual

está compuesto el envase: 1 Polietileno tereftalato (PET), 2 Polietileno de Alta Densidad (PEAD), 3 Poli-Cloruro de Vinilo (PVC), 4 Polietileno de Baja Densidad (PEBD), 5 Polipropileno (PP), 6 Poli estireno (PS), y 7(otros).

En algunos estados y municipalidades se han establecido prohibiciones para usar determinados tipos de envases porque causan dificultades al reciclaje y a la disposición final; como es el caso de los envases no retornables, no reciclables o elaborados con poliestireno expandido. En cuanto a la biodegradabilidad de los residuos, no se ha alcanzado un consenso, ya que aún los desechos orgánicos pueden requerir mucho tiempo para degradarse en los rellenos sanitarios.

La Coalición de Gobernadores del Noreste, planteó una legislación que requeriría que los fabricantes cumplieran con algunas de las siguientes medidas para el 1° de enero de 1996:

- Reducir la cantidad de materiales respecto de los niveles de 1988, utilizando una combinación de las siguientes medidas: reducción en el origen, ser reusable/rellenable, utilizar materiales reciclables o reciclado del envase.
- Reducir el empaque en el origen en un 10%; reciclarse en un 25%; incluyendo 25% de material reciclado o permitir el reuso/rellenado un mínimo de cinco veces.

Esto último causó gran preocupación a muchos productores, especialmente pequeños y medianos, que consideraron no tener posibilidades de alcanzar el nivel de reciclado de 25%.

En cuanto a los residuos peligrosos los dos principales instrumentos de gestión previstos en la Ley RCRA, son:

El sistema de manifiestos, que permite hacer el seguimiento del manejo

ambientalmente adecuado de los residuos desde su origen hasta su destino final a una empresa autorizada que los recicle, trate o disponga finalmente de ellos ("de la cuna a la tumba").

El requerimiento de permisos, para el tratamiento, almacenamiento o disposición de los residuos, que sólo se otorgan a quienes cumplan con las disposiciones legales relativas al registro de los movimientos de residuos peligrosos, manejo satisfactorio de los mismos en sus diferentes modalidades, establecimiento de planes de contingencia para minimizar daños no anticipados, adiestramiento del personal y responsabilidad financiera.

Las violaciones relacionadas con estos dos tipos de instrumentos de gestión puede dar lugar a sanciones administrativas, pago de multas o encarcelamiento. Los problemas a este respecto surgen cuando no se cuenta con infraestructura autorizada para brindar los servicios a los generadores de los residuos peligrosos, cuando la distancia que la separa de estos generadores es grande y haya prohibitivos los costos de su transporte, o bien, cuando existe un rechazo social a la creación de dicha infraestructura en algunas localidades.

En el caso del sistema de manifiestos, para evitar una carga administrativa excesiva, se ha exentado de cumplir con esta obligación a los "pequeños generadores" que generan menos de:

- 1,000 Kg. por mes de residuos peligrosos que son sometidos a reciclaje.
- 100 Kg. de residuos peligrosos por mes que no se acumulan en volúmenes superiores a 1,000 Kg.
- 1 Kg. por mes de residuos agudamente peligrosos, que no se acumulan hasta esa cantidad.

Sin embargo, los estados que así lo requieran podrán imponer a estos generadores regulaciones adicionales,

A pesar de que el enfoque de RCRA es preventivo, se siguen dando situaciones en las cuales la disposición inadecuada de los residuos es causa de contaminación ambiental, o bien, ocurre que las prácticas pasadas de manejo de los residuos han dejado una estela de sitios contaminados. Por esta razón hubo necesidad de desarrollar en 1980 otra Ley a fin de atender este tipo de situaciones, denominada la Ley Detallada de Respuesta. Compensación y Responsabilidad Ambiental (CERCLA, por sus siglas en inglés o Ley del "Supe/fondo"), la cual fue reformada dando lugar a la Ley de Reformas al Superfondo y Reautorización (SARA por sus siglas en inglés). En dichas legislaciones se plantean las disposiciones relativas a los niveles de limpieza que deben tener lugar en los sitios contaminados; en función del tipo de sustancias tóxicas presentes y de los riesgos que deriven de ello para la población y el ambiente, se establecen los mecanismos para financiar la limpieza de tales sitios.

En cuanto a la incentivación de la conservación de los recursos y el reciclado, la Ley RCRA introdujo ciertas disposiciones para asignar "tareas" al Secretario de Comercio, dándole la responsabilidad de:

- Estimular el desarrollo de los mercados para los materiales secundarios generados a partir del reciclado de residuos.
- Identificar los mercados existentes o potenciales para estos materiales.
- Identificar las barreras económicas y técnicas al uso de los materiales secundarios.
- Promover el desarrollo de nuevos usos para los materiales secundarios.

- Promover el desarrollo de tecnologías para la recuperación de recursos, evaluando su factibilidad comercial, publicando los resultados de tal evaluación y asistiendo a quienes estén interesados en seleccionar un sistema de recuperación.
- Desarrollar especificaciones para los materiales secundarios, para dar confianza a los consumidores de los mismos.

Aunado a lo anterior, la RCRA incorporó disposiciones relativas a las políticas federales de adquisiciones del gobierno para fomentar la compra de materiales compuestos en gran porcentaje por materiales secundarios resultado del reciclaje de residuos, con un nivel adecuado de competitividad entre proveedores de tales bienes. Con estas políticas se buscó incentivar a los proveedores a ofrecer preferentemente productos de consumo reciclables o generados con materiales reciclados.

Nuevamente, en estos dos últimos casos, hubo dificultades para lograr con éxito la aplicación de estas disposiciones, razón por la cual en paralelo se han ido desarrollando otros mecanismos para lograr por la vía voluntaria y a través de instrumentos innovadores los objetivos de la Ley. Ejemplo de estos últimos son el Programa "33-50" para reducir la liberación de sustancias tóxicas, el relativo al "diseño ambiental para el futuro", la "iniciativa de sentido común" o el programa de "química verde".<sup>32</sup>

Asimismo, para superar las barreras que las mismas disposiciones de la Ley RCRA pudieran significar para lograr con éxito el reciclado de ciertos productos de consumo

---

<sup>32</sup> Para mayor información consultar página Web: [www.epa.gov](http://www.epa.gov).

que al desecharse se convierten en residuos peligrosos, se integró una nueva regulación, la "Regulación Universal de los Residuos", que, entre otras cosas, facilita el reciclado de las pilas eléctricas usadas y su transporte a lo largo del país hacia las plantas recicladoras, al considerar que sólo son residuos peligrosos cuando se encuentran en manos del generador o de las empresas recriadoras, mas no durante su transporte y acopio.

Complementan las disposiciones contenidas en las leyes antes citadas las especificaciones técnicas y de otra índole que aparecen en el Código de Reglamentos Federales (CFR), las cuales se encuentran en el Título 40 relativo a la Protección al Ambiente; a manera de ilustración, cubren, en las Partes 260 a 281, los siguientes aspectos relacionados con los residuos sólidos:

- ✦ Sistema de manejo de residuos peligrosos.
- ✦ Identificación y listado de residuos peligrosos.
- ✦ Estándares aplicables a los generadores de los residuos peligrosos.
- ✦ Estándares para los propietarios y operadores de las instalaciones de tratamiento, almacenamiento y disposición de residuos peligrosos.
- ✦ Estándares interinos para los propietarios y operadores de las instalaciones de tratamiento, almacenamiento y disposición de residuos peligrosos.
- ✦ Estándares para el manejo de residuos peligrosos específicos y tipos específicos de instalaciones de manejo de residuos peligrosos.
- ✦ Estándares interinos para los propietarios y operadores de nuevas instalaciones de disposición en el suelo de residuos peligrosos.
- ✦ Restricciones para la disposición en el suelo.
- ✦ Programas de permisos administrados por la Agencia de Protección Ambiental: El Programa de Permisos de Residuos Peligrosos.

- ✦ Requerimientos para la autorización de Programas Estatales de Manejo de Residuos Peligrosos.
- ✦ Estándares técnicos y requerimientos de acciones correctivas para los propietarios y operadores de tanques de almacenamiento bajo tierra.
- ✦ Aprobación de Programas Estatales de Tanques de Almacenamiento Subterráneos.
- ✦ Es importante hacer notar que la regulación de los residuos conteniendo bifenilos políclorados deriva no de la Ley RCRA, sino de la Ley sobre el Control de Sustancias Tóxicas (TSCA por sus siglas en inglés) y que las disposiciones específicas al respecto se encuentran contenidas en el CFR 40, Parte 761.<sup>33</sup>

También es de interés conocer que para sustentar el desarrollo de las legislaciones y estándares antes citados, se suelen realizar investigaciones que representan años de esfuerzo y recursos financieros considerables. Para dar un ejemplo de ello, en lo que se refiere a los residuos "biopeligrosos" se solicitó a la Agencia de Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ATSDR por sus siglas en inglés) que desarrollara un estudio para determinar el papel que estos residuos pueden representar en el desarrollo de infecciones y enfermedades infecciosas en los seres humanos.<sup>34</sup> Dicho estudio fue requerido bajo la Sección 11009 de la Ley para el Seguimiento de los Residuos Médicos de 1998 (MWTA por sus siglas en inglés), para cubrir los siguientes aspectos:

---

<sup>33</sup> CFR 40. Part. 761. *Polychlorinated biphenyls (PCB's) manufacturing, processing, distribution in commerce and use prohibitions* (Bifenilos Policlorados [BP's] manufacturación, procesamiento distribución en comercio y prohibiciones de uso) Julio 1998.

<sup>34</sup> *U. S Department of Health and Human Services, Agency for Toxic Substances 3rd Disease Registry, Public Health Services. The Public Health implications of Medical Waste A Report to Congress. 1990*

1. Una descripción del potencial de infección o lesiones derivado de la segregación, manipulación, almacenamiento, tratamiento o disposición de residuos médicos.
2. Una estimación del número de personas heridas o infectadas anualmente por punzo cortantes y la naturaleza y seriedad de las lesiones o infecciones.
3. Una estimación del número de personas infectadas anualmente por otros medios relacionados con la segregación, manipulación, almacenamiento, tratamiento o disposición de los residuos médicos y la naturaleza y seriedad de tales infecciones.
4. Entre los padecimientos que pudieran ser potencialmente difundidos por los residuos médicos, se requirió incluir al Síndrome de inmunodeficiencia Adquirida (SIDA), a la hepatitis B y una estimación de qué porcentaje del número total de casos a nivel nacional pudieran estar relacionados con los residuos médicos.

Entre las conclusiones del estudio citado, resaltan las siguientes:

- La salud del público general no parece ser afectada adversamente por los residuos médicos generados en una instalación tradicional de atención médica.
- Fuera de los establecimientos médicos, no parece ser de preocupación el potencial de infección por los virus de la hepatitis B o del SIDA, si ocurren lesiones relacionadas con los residuos médicos. Sin embargo, este tipo de lesiones asociadas con agujas pueden ocasionar el mismo tipo de infecciones secundarias sistemáticas que las que ocasionan las heridas por clavos.



- El incremento en la atención de los pacientes con enfermedades infecciosas en sus hogares, aumenta la posibilidad de que el público en general entre en contacto con residuos médicos.
  
- Ciertos trabajadores involucrados en el manejo de residuos médicos (por ejemplo, personal de limpieza de los establecimientos médicos, enfermeras, personal de emergencias médicas y de los servicios de limpieza) podrían ser causa de preocupación. Aunque el cumplimiento de las disposiciones legales relacionadas con la protección de los trabajadores podría prevenir o disminuir la probabilidad de lesiones, infecciones y enfermedades al manejar los residuos médicos, por ejemplo, a través del uso de ropa protectora y de vacunación.
  
- Con base en estas y otras conclusiones se decidió considerar y regular a los residuos biológico-infecciosos como residuos de manejo especial.

Un proceso adicional que merece ser tomado en cuenta es el relativo a la continua reforma de todos estos instrumentos jurídicos para su adecuación conforme avanza el conocimiento científico-técnico o la experiencia muestra que se requiere hacerlo. Así, por ejemplo, en los primeros diez años de la publicación de RCRA, esta Ley fue modificada alrededor de 20 veces. No menos importantes son las consecuencias de la jurisprudencia, puesto que las interpretaciones que dan a estas disposiciones legales los tribunales de cada uno de los estados de la Unión Americana crean precedentes que deben ser considerados en la aplicación de las mismas.

**Podemos finalizar destacando la importancia de poner en perspectiva la experiencia y situación nacional en materia de legislación y gestión de residuos, así como de determinar cómo fortalecer ambas materias aprendiendo de las experiencias de otros países.**

## CAPÍTULO IV

### RESIDUOS PELIGROSOS DOMÉSTICOS

Todo lo que le suceda a la tierra les ocurrirá a los hijos de la tierra. Si los

hombres escupen en el suelo, se escupen a si mismos.

Esto sabemos: la tierra no pertenece al hombre; el hombre pertenece a la tierra.

El hombre no tejó la trama de la vida; él es sólo su hilo. Lo que hace con la

trama se lo hace a si mismo.

(fragmento) Jefe Piel Roja de Seattle

Los residuos generados en el ámbito doméstico representan un importante porcentaje de los originados por causa de las distintas actividades que realiza el ser humano. Hasta hace relativamente poco, la presencia y gestión de los productos domésticos y sus residuos, no representaba un problema grave para el entorno y la salud humana. Sin embargo la incorporación de sustancias tóxicas, o potencialmente tóxicas, a los productos de mercado, el cambio de hábitos de consumo en la sociedad actual y el aumento de la población urbana ha provocado en las últimas décadas un alarmante incremento general de la generación de residuos domésticos.

Es por eso que en el presente capítulo se hablará de numerosos productos de uso doméstico, que una vez utilizados, o al concluir su vida útil se convierten en Residuos Peligrosos, que tanto por su composición, como su manipulación, tratamiento y disposición final pueden acarrear los más diversos trastornos ambientales, con sus consecuentes perjuicios en la salud humana.

#### 4.1. Algunas sustancias tóxicas en los productos de consumo del hogar

La incorporación de sustancias tóxicas, o potencialmente tóxicas, a los productos de mercado, el cambio de hábitos de consumo en la sociedad actual y el aumento de la población urbana ha provocado en las últimas décadas un alarmante incremento general de la generación de residuos domésticos (fig. 11).



fig. 11 Una sustancia peligrosa es aquella capaz de constituir un riesgo o que puede ocasionar un daño a la salud, a la seguridad o al medio ambiente.

#### 4.1.1. Acetona

La acetona es un líquido transparente que tiene un olor dulce, picante. Algunos describen el olor como fragante y parecido a la menta. Se evapora y se incendia con facilidad.

El solvente acetona es conocido por la mayoría de las personas como removedor del esmalte de uñas. En el taller doméstico suele utilizarse como solvente; también se utiliza en pegamentos y barnices de revestimiento de aviones. Se utiliza ampliamente a nivel industrial como solvente, en la producción de aceites lubricantes y como materia prima durante la producción de otros químicos como el cloroformo, plásticos acrílicos y metil isobutilcetona (un solvente que se utiliza en plásticos, pesticidas, adhesivos y fármacos). Casi la mitad de toda la acetona que se fabrica se utiliza para hacer plásticos acrílicos.

Las personas se ponen más en contacto con la acetona mediante el uso de productos que la contienen, como solventes, incluyendo algunas pinturas, esmalte y recubrimientos para las uñas, removedores de esmaltes de uñas, removedores de lacas y recubrimientos para aviones<sup>35</sup>.

La exposición crónica a dosis bajas a la acetona no se considera que represente un riesgo contra la salud. Esta sustancia se ha utilizado ampliamente durante muchos años y pocos efectos adversos se relacionan con el uso a largo plazo, aunque el uso frecuente puede provocar que las uñas se sequen y resquebrajen. Sin embargo, concentraciones elevadas de acetona pueden irritar los ojos y las membranas mucosas. Se ha reportado irritación de ojos, nariz y garganta en concentraciones del aire cercanas al umbral del olor, pero esto es raro. Con mayor

---

<sup>35</sup> HARTE, JOHN ET AL. **Guía de las Sustancias Contaminantes: El Libro de los Tóxicos de la A a la Z**, Editorial Grijalbo, México, 1995. p. 261.

frecuencia, estos síntomas se perciben en concentraciones mucho más elevadas. Se informan cefalea y la visión de luces de colores por algunas personas en concentraciones del aire que quizás causen irritación de garganta. La inhalación de concentraciones muy elevadas puede deprimir el sistema nervioso central, causar mareos, debilidad y pérdida de la conciencia. Asimismo se reportan síntomas similares a la embriaguez al inhalarla. No es probable que la persona promedio encuentre tales concentraciones elevadas en el aire. La presencia de grandes cantidades de acetona en el cuerpo puede aumentar la toxicidad del tetracloruro de carbono en el hígado.

El amplio uso de esmalte y removedor para las uñas en el hogar hace que la acetona sea una fuente frecuente de intoxicación en los niños. La ingestión de acetona provoca depresión del sistema nervioso central, niveles elevados de glucosa en sangre y niveles elevados de acetona en la sangre. Estos síntomas son semejantes a aquellos que se observan en niños con diabetes no controlada; por lo tanto, la intoxicación por acetona algunas veces se diagnostica de manera equivocada como una diabetes.

La aplicación de acetona sobre la piel puede causar resequedad e incluso daño cutáneo leve pero reversible. Asimismo, la aplicación cutánea de acetona puede aumentar la permeabilidad de la piel sana, favorecer potencialmente la absorción de otros químicos, quizá más peligrosos. También puede provocar despellejamiento, formación de cuarteaduras o fragilidad de las uñas expuestas. Es posible que algunas personas sean alérgicas a la acetona cuando se aplica sobre la piel. El síntoma más frecuente de alergia a la acetona es dermatitis.

Como protección y prevención podemos mencionar que los productos que contienen acetona deben ser utilizados en un lugar bien ventilado.

Es indispensable que las personas que utilizan acetona en el hogar intenten evitar la inhalación prolongada de vapores. Los talleres domésticos deben estar bien ventilados cuando se utilice la acetona. Manténgase esta sustancia y los productos que la contengan fuera del alcance de los niños. Si se traga acetona, búsquese de inmediato la atención médica. Los síntomas de intoxicación que pone en peligro la vida suelen aparecer horas después de su ingestión.

#### **4.1.2. Ácido Oxálico**

El ácido oxálico o ácido muriático es utilizado como un limpiador industrial de metales y lo contienen algunos limpiadores domésticos y compuestos para pulir metales. Este ácido es usado por una gran variedad de industrias como agente decolorante, para remover pinturas, oxido, barniz y manchas de tinta, y como pulidor de metales. Los dentistas lo utilizan para endurecer moldes de plástico. Algunos cosméticos para decolorar la piel o pecas contienen ácido oxálico. Las hojas de ruibarbo también lo contienen, lo que explica su toxicidad. La espinaca y otras verduras poseen concentraciones muy bajas y no tóxicas de ácido oxálico.

Es utilizado por muchas industrias, pero se dispone de poca información reciente acerca de la cantidad de trabajadores que podrían estar expuestos a esta sustancia. Los dentistas, y quienes trabajan con ellos, también podrían estar expuestos al ácido oxálico. Algunos limpiadores y pulidores domésticos lo contienen. Generalmente aparece en la etiqueta si este compuesto es el ingrediente activo.

La ingestión de ácido oxálico concentrado produce corrosión en la boca, esófago y estómago. La ingestión de pequeñas cantidades de ácido oxálico puro produce vomito, dolor abdominal, colapso y a veces convulsiones. La muerte puede

sobrevenir rápidamente.

El ácido oxálico es cáustico en la piel. El contacto repetido produce grietas y fisuras en ésta, y el desarrollo de úlceras que se restañan lentamente<sup>36</sup>. La piel también puede tornarse azulada y las uñas se vuelven quebradizas y amarillas. El contacto con soluciones de ácido oxálico causa cosquilleo, ardor y aspereza en la piel. Las salpicaduras en los ojos producen daños reversibles en la superficie.

Si se usan mezclas calientes que contienen el ácido, se pueden inhalar vapores. Si esto ocurre, es posible que produzca inflamación del aparato respiratorio superior. La inhalación de polvo de ácido oxálico también puede ocasionar irritación en los ojos y el aparato respiratorio superior, ulceración de las membranas mucosas de la nariz y garganta, perturbaciones gastrointestinales, pérdida gradual de peso, debilidad creciente, dolor de cabeza, irritabilidad y nerviosismo.

El riñón es el órgano más afectado por el ácido oxálico absorbido. Los efectos renales se atribuyen a la disminución del calcio en la sangre. El riñón se obstruye con oxalato de calcio, que no es soluble, lo que provoca la formación de cálculos renales. La formación de cálculos de oxalato se estimula si hay grandes cantidades de vitamina C en el cuerpo.

En cuanto a la protección y la prevención se debe evitar, hasta donde sea posible, el contacto directo con soluciones concentradas o polvo de ácido oxálico. Así, los artículos domésticos que contengan ácido oxálico deben ser manejados con sumo cuidado, usándose, si es posible, guantes de goma.

---

<sup>36</sup> HARTE, JOHN ET AL., op. cit., pp. 265-266.



### 4.1.3. Alcoholes

Alcohol es el término aplicado a los miembros de un grupo de compuestos químicos del carbono que contienen el grupo OH. Dicha denominación se utiliza comúnmente para designar un compuesto específico: el alcohol etílico o etanol. Proviene de la palabra árabe *al-kuhl*, o *kohl*, un polvo fino de antimonio que se utiliza para el maquillaje de ojos. En un principio, el término alcohol se empleaba para referirse a cualquier tipo de polvo fino, aunque más tarde los alquimistas de la Europa medieval lo utilizaron para las esencias obtenidas por destilación, estableciendo así su acepción actual.

Los alcoholes son hidrocarburos en los que uno o más de los hidrógenos han sido reemplazados por grupos oxidrilo (- OH) unidos al carbono, por lo que se les considera derivados de los hidrocarburos.

Los alcoholes más simples se nombran cambiando la última letra del nombre del alcano correspondiente por "ol". Metano se convierte en metanol, etano en etanol y así sucesivamente (Tabla 7).

NOMBRE	ELABORACIÓN	USOS
<b>Metanol</b>	Por destilación destructiva de la madera. También por reacción entre el hidrógeno y el monóxido de carbono a alta presión.	Disolvente para grasas, aceites, resinas y nitrocelulosa. Fabricación de tinturas, formaldehído, líquidos anticongelantes, combustibles especiales y plásticos.

<b>Etanol</b>	Por fermentación de azúcares. También a partir de etileno o de acetileno. En pequeñas cantidades, a partir de la pulpa de madera.	Disolvente de productos como lacas, pinturas, barnices, colas, fármacos y explosivos. También como base para la elaboración de productos químicos de elevada masa molecular.
<b>2-propanol (isopropanol)</b>	Por hidratación de propeno obtenido de gases craqueados. También subproducto de determinados procesos de fermentación.	Disolvente para aceites, gomas, alcaloides y resinas. Elaboración de acetona, jabón y soluciones antisépticas.
<b>1-propanol (n-propanol)</b>	Por oxidación de mezclas de propano y butano.	Disolvente para lacas, resinas, revestimientos y ceras. También para la fabricación de líquido de frenos, ácido propiónico y plastificadores.
<b>Butanol (n-butanol)</b>	Por fermentación de almidón o azúcar. También por síntesis, utilizando etanol o	Disolvente para nitrocelulosa, etilcelulosa, lacas, plásticos de urea-formaldehído y urea-

	acetileno.	melamina. Diluyente de líquido hidráulico, agente de extracción de drogas.
<b>Metilpropanol</b>	Por reacción entre el hidrógeno y el monóxido de carbono a alta presión, seguida de destilación de los productos obtenidos.	Disolvente de líquidos de freno elaborados con aceite de ricino. Sustituto de n-butanol en la elaboración de resinas de urea.
<b>2-butanol</b>	Por hidrólisis del butano, formado por craqueo de petróleo.	En la elaboración de otros productos químicos, por ejemplo metiletilcetona. Disolvente de lacas de nitrocelulosa. Producción de líquido de frenos y grasas especiales.
<b>Metil-2-propanol</b>	Por hidratación de isobutileno, derivado del craqueo de petróleo.	En perfumería. Como agente humedecedor en detergentes. Disolvente de fármacos y sustancias de limpieza.
<b>Pentanol (alcohol amílico)</b>	Por destilación fraccional de aceite de fusel, un producto secundario en la	Disolvente de numerosas resinas naturales y sintéticas. Diluyente de

	elaboración del etanol por fermentación.	líquido para frenos, tintas de imprenta y lacas. En fármacos.
<b>Etilenglicol</b>	Por oxidación de etileno a glicol. También por hidrogenación de metilglicolato obtenido a partir del formaldehído y el metanol.	Líquido anticongelante, líquido para frenos. En la producción de explosivos. Disolvente de manchas, aceites, resinas, esmaltes, tintas y tinturas.
<b>Diethylenglicol</b>	Como subproducto en la fabricación de etilenglicol.	Disolvente de tinturas y resinas. En el secado de gases. Agente reblandecedor de tintas de imprenta adhesivas.
<b>Glicerina (1,2,3-propanotriol)</b>	Del tratamiento de grasas en la elaboración del jabón. Sintéticamente, a partir del propeno. Por fermentación de azúcares.	En resinas alquídicas, explosivos y celofán. Humectante de tabaco.
<b>Pentaeritritol (pentaeritrita)</b>	Por condensación de acetaldehído y formaldehído.	En resinas sintéticas. Como tetranitrato en explosivos. También en el tratamiento farmacológico de enfermedades

		cardiacas.
<b>Sorbitol</b>	Por reducción de azúcar con hidrógeno.	En la elaboración de alimentos, fármacos y productos químicos. Acondicionador de papel, textiles, colas y cosméticos. Fuente de alcohol en la fabricación de resinas.
<b>Ciclohexanol</b>	Por hidrogenación catalítica del fenol. Por oxidación catalítica del ciclohexano.	Producto intermedio en la fabricación de sustancias químicas utilizadas en la fabricación del nailon. Estabilizador y homogeneizador de jabones y detergentes sintéticos. Disolvente.
<b>Fenil-2-etanol</b>	Por reacción entre el benceno y óxido de etileno.	Principalmente en perfumería.

Tabla 7 La presente tabla nos presenta ejemplos de alcoholes, exponiendo su elaboración y sus principales usos.

#### **4.1.3.1. Alcohol Isopropílico**

El alcohol isopropílico se ha utilizado como alcohol para fricciones.

Debido a que se evapora rápidamente sobre la piel produce un efecto de enfriamiento, por lo que es empleado para bajar la fiebre. También se aplica como desinfectante.

Su uso es únicamente externo. Su ingestión produce vómito. En la industria sirve como disolvente para productos como tintas, cosméticos, pinturas y en la formulación de algunos anti- congelantes<sup>37</sup>.

#### **4.1.3.2. Butanol**

Se presenta en cuatro formas diferentes dependiendo de la distribución de los átomos de carbono y de la situación del grupo OH. Dichas formas tienen importantes aplicaciones industriales y se utilizan en la elaboración de disolventes, plásticos, detergentes, y como base para perfumes y fijadores.

#### **4.1.3.3. Etanol**

Se dice que no hay cultura en la que el alcohol no juegue un papel determinado papel.

En la conquista de México los españoles descubrieron que también los indios, que no habían tenido contacto con el viejo mundo, ingerían una bebida alcohólica denominada pulque.

Podemos asegurar que actualmente casi no hay país en el que no se ingieran,

---

<sup>37</sup> BASCUÑAN ANIBAL, et. al. Química 2, Editorial Limusa, México, 1994. p. 172.

de alguna forma, productos alcohólicos. Lo podemos encontrar en bebidas como la cerveza, el vino y el brandy.

Normalmente el etanol se concentra por destilación de disoluciones diluidas. El de uso comercial contiene un 95% en volumen de etanol y un 5% de agua. Ciertos agentes deshidratantes extraen el agua residual y producen etanol absoluto. Desde la antigüedad, el etanol se ha obtenido por fermentación de azúcares. Todas las bebidas con etanol y casi la mitad del etanol industrial aún se fabrican mediante este proceso. El almidón de la patata (papa), del maíz y de otros cereales constituye una excelente materia prima. La enzima de la levadura, la cimasas, transforma el azúcar simple en dióxido de carbono. El líquido fermentado, que contiene de un 7 a un 12% de etanol, se concentra hasta llegar a un 95% mediante una serie de destilaciones. En la elaboración de ciertas bebidas como el whisky y el brandy, algunas de sus impurezas son las encargadas de darle su característico sabor final.

La popularidad del alcohol seguramente se basa en sus efectos sobre el organismo humano. Una pequeña cantidad de bebida produce, a la mayoría de las personas, un determinado bienestar. Se supone que el efecto anti – inhibitorio del alcohol es factor importante para que una fiesta tenga éxito. Incluso personas muy reservadas y poco comunicativas establecen bajo la ingestión de bebidas alcohólicas, contacto más rápido con los demás.

Quizá esta idea sea correcta para una cantidad verdaderamente pequeña de alcohol. Pero al aumentarla pierde la acción estimulante y genera una acción inhibitoria en el cerebro. Retarda el mecanismo de control y, así, lleva al inicio de una pérdida del control de la conducta.

Cuando las mujeres embarazadas toman bebidas alcohólicas, pasa parte del alcohol al feto (fig.12).



fig. 12 Los primeros meses del embarazo son los más críticos para el niño en desarrollo, ya que durante este periodo se forman su cerebro, brazos, piernas y órganos internos razón por la que la madre debe evitar el alcohol y otras sustancias.

En la siguiente tabla se muestran algunos de los efectos del alcohol, cuando las concentraciones de éste en la sangre alcanzan desde los 20g/ 100 ml.

<b>EFFECTOS DE LA VARIACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE ALCOHOL EN LA SANGRE</b>	
<b>ALCOHOL EN LA SANGRE (MG/100ML)</b>	<b>EFFECTOS SOBRE UN BEBEDOR MODERADO DE TOLERANCIA NORMAL</b>
20	Se siente bien. Mínimo o nulo efecto sobre su desempeño.
40	Capaz de "dejarse ir" socialmente, se siente "a tope". Ligeramente peligroso si conduce a gran velocidad.
60	El juicio queda disminuido. Incapaz de adoptar decisiones importantes. La conducción se hace temeraria.
80	Pérdida definitiva de la coordinación. Conducción peligrosa a cualquier velocidad.
100	Tendencia a perder el control sexual si no está demasiado adormilado. Torpeza de



	movimientos.
160	Obviamente embriagado. Posiblemente agresivo. Incontrolado. Puede sufrir de pérdida posterior de memoria de los acontecimientos.
300	A menudo, incontinencia espontánea. Mínima capacidad de excitación sexual. Puede caer en coma.
500	Susceptible de morir si no recibe atención médica.

**Tabla 8** Como se ve en la tabla son grandes los riesgos que conlleva el beber cantidades considerables de alcohol.

Debido a su bajo punto de congelación, ha sido empleado como fluido en termómetros para medir temperaturas inferiores al punto de congelación del mercurio,  $-40^{\circ}\text{C}$ , y como anticongelante en radiadores de automóviles.

La mayoría del etanol no destinado al consumo humano se prepara sintéticamente, tanto a partir del etanal (acetaldehído) procedente del etino (acetileno), como del eteno del petróleo. También se elabora en pequeñas cantidades a partir de la pulpa de madera.

La oxidación del etanol produce etanal que a su vez se oxida a ácido etanoico. Al deshidratarse, el etanol forma dietiléter. El butadieno, utilizado en la fabricación de caucho sintético, y el cloroetano, un anestésico local, son otros de los numerosos productos químicos que se obtienen del etanol. Este alcohol es *miscible* (mezclable) con agua y con la mayor parte de los disolventes orgánicos. Es un disolvente eficaz de un gran número de sustancias, y se utiliza en la elaboración de perfumes, lacas,

celuloides y explosivos. Las disoluciones alcohólicas de sustancias no volátiles se denominan tinturas. Si la disolución es volátil recibe el nombre de espíritu.<sup>38</sup>

#### 4.1.3.4. Etilenglicol

Los materiales anticongelantes más utilizados actualmente en los motores de automóviles son el metanol, el etanol y el 1,2-etanodiol (etilenglicol); la mayoría contienen un fosfato, un nitrato u otro agente anticorrosivo.

El etilenglicol es conocido como anticongelante para casi cualquier automovilista, aunque también es utilizado en muchos productos más, como poliéster, cosméticos, pinturas, tintas, pegamentos, tintes para madera, productos de tabaco y líquido de frenos para automóviles. También se emplea para producir multitud de compuestos químicos y es un popular solvente industrial, lo que hace del etilenglicol uno de los 20 productos químicos de más volumen de producción. Este compuesto también es de interés histórico, puesto que el Acta Federal de Alimentos, Fármacos y Cosméticos fue aprobada en 1935, luego de que muchos murieron por tomar una droga endulzada con etilenglicol.

El etilenglicol es muy común en los hogares y está altamente concentrado en los líquidos de frenos y anticongelantes para automóvil.<sup>39</sup> Es frecuente su empleo en cosméticos con textura cremosa. También pueden hallarse fórmulas que contienen etilenglicol en lugares industriales y fabriles, deshuesaderos de coches, estaciones de servicio y otros sitios donde se emplean y se da mantenimiento a vehículos. En el aire urbano pueden hallarse concentraciones bajas de este compuesto.

---

<sup>38</sup> "Alcohol." Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta © 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation. R.D.

<sup>39</sup> HARTE, JOHN ET AL. Op. cit., pp. 428 - 429.

El etilenglicol es un veneno peligroso. Aunque a temperatura ambiente no se evapora con la suficiente rapidez como para representar un riesgo para la salud, quienes están expuestos a él crónicamente han reportado dolores de cabeza e irritación de la garganta al inhalar sus vapores. Sin embargo, pueden inhalarse cantidades peligrosas de etilenglicol si este compuesto se calienta. Además, puede unirse al polvo atmosférico un aerosol de etilenglicol, haciendo que cantidades peligrosas de este compuesto sean inhaladas y entren al torrente sanguíneo. Aunque el etilenglicol líquido no produce irritaciones importantes al derramarse sobre la piel, es extremadamente tóxico si se ingiere. Las dosis letales varían desde media taza para adultos, a unas cuantas cucharadas en el caso de niños y animales domésticos.

Durante las primeras 12 horas a partir de la intoxicación, la persona afectada parece estar ebria, aunque su aliento no sea alcohólico. Si se inhala o ingiere en grandes cantidades, también puede provocar convulsiones y coma. Otros síntomas de intoxicación por etilenglicol incluyen irregularidades en los ojos, como movimientos oculares rápidos, parálisis de los músculos oculares y visión borrosa. También puede entorpecer los movimientos reflejos o causar encogimiento de los músculos del cuerpo. Después de unas 12 horas se experimenta alta presión sanguínea, taquicardia y respiración rápida. Si el paciente sigue vivo después de entre 24 y 72 horas, se inicia un daño renal irreversible. La gravedad de estos síntomas depende de la cantidad de Etilenglicol que se haya absorbido al exponerse a este compuesto. Cualquiera que haya ingerido Etilenglicol, o inhalado sus vapores, debe acudir inmediatamente a un médico. La exposición al Etilenglicol no parece causar cáncer o defectos congénitos. Al aplicársele la prueba de Ames, se demostró que no es mutágeno.

#### 4.1.3.5. Metanol

A veces se le llama alcohol de madera porque originalmente se obtuvo al calentar madera a altas temperaturas, en ausencia del oxígeno. Este proceso se denomina destilación seca de la madera.

Es extremadamente tóxico debido a que si se ingiere es oxidado por una enzima del hígado que lo transforma en formaldehído, el cual ataca a las proteínas del cuerpo. La ingestión de pequeñas cantidades de metanol produce ceguera, ya que las proteínas del ojo son las que primero ataca. Treinta mililitros de metanol puro causan la muerte.

Se emplea como disolvente de pinturas y barnices. Los vapores del metanol también son tóxicos<sup>40</sup>.

#### 4.1.4. Aluminio

El aluminio es el tercer elemento más abundante en la corteza terrestre (después del oxígeno y el silicio) y es por mucho el metal más abundante. No se encuentra en forma pura, sino que se refina de los minerales bauxita y criolita. Al purificarlo, el aluminio es un metal blanco plateado cuya resistencia, ligereza en peso y resistencia a la corrosión lo hacen adecuado para una amplia variedad de aplicaciones. El aluminio no se disuelve con facilidad en agua neutra, pero conforme se vuelve ácida o alcalina, se disuelve con mayor facilidad y en consecuencia se moviliza más en el ambiente. El aluminio se combina con la materia orgánica para formar terrones o flocules y a veces se utiliza en el tratamiento del asma como un floculante o para eliminar los materiales orgánicos que causarían problemas de olor o

---

<sup>40</sup> BASCUÑAN, ANÍBAL. Op. cit. p.174.

sabor. No se conoce alguna función fisiológica para el aluminio y no se requiere en la dieta. Excepto en individuos con algunas enfermedades, se absorbe poco a partir del tracto gastrointestinal y los riñones lo excretan con rapidez.

Por otro lado, la exposición al aluminio ocurre principalmente mediante alimentos y bebidas, no por el aire. Una ingestión típica diaria puede variar desde varios miligramos hasta cerca de 100 miligramos, aceptándose como promedio 20 miligramos. El aluminio se encuentra con frecuencia entre los agentes de fermentación que se utilizan en las mezclas para pasteles, donas congeladas, panqués, harinas autoleudantes y polvos para hornear domésticos. También es parte de un agente antiendurecedor usado en la sal de mesa, cremas no lácteas y otros productos secos en polvo. Los productos de queso procesado (en particular las variedades de rebanadas envueltas en forma individual) suelen contener aluminio en los emulsificadores que se utilizan para hacerlos uniformes. Es posible que dichos quesos con frecuencia dupliquen la ingestión diaria con una sola rebanada. Algunos alimentos, como el té, contienen niveles elevados de aluminio de manera natural, y los alimentos ácidos, como los jugos de fruta y el café, pueden disolver el aluminio a partir de las latas en las que vienen envasados. Muchos individuos consumen grandes cantidades de estos alimentos y aditivos alimentarios.

Sin embargo, para muchas personas es más importante la ingestión de aluminio proveniente de fármacos que no requieren receta que la ingestión mediante alimentos. La aspirina amortiguada y muchos antiácidos contienen aluminio. Estos medicamentos de venta de mostrador suelen tomarse en grandes cantidades y por periodos prolongados por las personas que los usan. El contenido de aluminio de algunos antiácidos varía desde 35 hasta 200 miligramos por dosis. En la dosis máxima recomendada de 24 tabletas o cucharaditas por día, es posible que una persona

ingiera entre 840 y 5 000 miligramos de aluminio por día; es decir, entre 42 y 250 veces la ingestión promedio diaria proveniente de todas las otras fuentes combinadas. Por fortuna para las personas que desean reducir el consumo de aluminio, cuando menos 25 marcas de antiácidos sin aluminio se encuentran en el mercado. Muchas fórmulas de aspirina utilizan amortiguadores con aluminio para reducir la irritación gástrica que algunas veces se relaciona con el uso de este analgésico. Las aspirinas con amortiguadores se venden especialmente para pacientes artríticos que pueden consumir 3 a 9 gramos de aspirina al día con el fin de aliviar el dolor y la inflamación articular. En este nivel de ingestión, la dosis de aluminio por medicación puede variar de 125 a 725 miligramos por día (es decir, de 6 a más de 35 veces la ingestión promedio). Están disponibles aspirinas con amortiguador que tienen carbonato de calcio y las fórmulas de liberación prolongada que no contienen aluminio.

Otras fuentes de exposición al aluminio son el agua potable, algunos antidiarreicos y medicamentos para las hemorroides, lápices labiales, etc. Alimentos que son ácidos, salados o muy alcalinos, pueden corroer la superficie de los vasos de aluminio, permitiendo que parte del aluminio entre a los alimentos. El consenso científico indica que estas fuentes de exposición son menores en comparación con las otras descritas antes.

#### **4.1.5. Amoniacó**

El amoniacó es un gas de olor picante, incoloro, de fórmula  $\text{NH}_3$ , muy soluble en agua.

Las exposiciones domésticas al amoniacó son peligrosas en tres situaciones:

- 1) cuando se lleva a cabo la limpieza sin contar con una adecuada ventilación;
- 2) cuando ocurre contacto accidental con los ojos, la piel o hay deglución accidental y
- 3) cuando se mezcla el amoniaco con lejía, hidróxido de aluminio o blanqueador (hipoclorito de sodio) para formar soluciones de limpieza.

La ventilación inadecuada produce vapores de amoniaco, que suelen ser inocuos, aumente hasta niveles que pueden causar síntomas. Hornos, armarios y la zona de la regadera son lugares de flujo restringido de aire que a menudo requiere la colocación de la cabeza dentro de ellos para limpiar de manera eficaz, lo que puede favorecer a la exposición tóxica.

También como se mencionó con anterioridad, las exposiciones domésticas más graves ocurren cuando se mezcla el amoniaco con otras sustancias. Al revolverlo con lejía o hidróxido de sodio dentro del limpiador con amoniaco libera cantidades tóxicas de gas amoniaco. Se producen gases de cloramina cuando se mezcla con un blanqueador, el cual contiene cloro con amoniaco. Las cloraminas son peligrosas debido a que las membranas mucosas protectoras de las vías respiratorias superiores no las absorben bien y son inhaladas profundamente en los pulmones.

A la postre, el amoniaco es un irritante que afecta la piel, los ojos y las vías respiratorias. La ingestión puede causar efectos corrosivos en la boca, el esófago y el estómago. Los síntomas de exposición al amoniaco son una sensación quemante (en ojos, nariz y garganta) dolor en los pulmones, cefalea, náuseas y lagrimeo, tos y aumento de la frecuencia respiratoria.

#### 4.1.6. Arsénico

El arsénico, el familiar veneno de leyendas y de la literatura, es un elemento químico que se presenta en la naturaleza. Se utiliza principalmente en pesticidas y conservadores de madera, y es responsable de producir cáncer pulmonar, cáncer de la piel y otras enfermedades en las personas que se exponen a él. El arsénico está aumentando en el ambiente principalmente debido a la contaminación del aire y por filtración a partir de tiraderos de desechos peligrosos.

Por siglos, los compuestos de arsénico se utilizaron como medicinas y tónicos para el control de enfermedades como sífilis y disentería amibiana. Con la introducción de la penicilina y de otros antibióticos en este siglo y la conciencia creciente del peligro del arsénico, tales usos se han descontinuado bastante. Sin embargo, algunos todavía lo emplean, en particular en medicina veterinaria, donde las fórmulas de arsénico orgánico se usan como aditivos alimentarios para favorecer el crecimiento de aves de corral y cerdos. La suspensión de los aditivos varios días antes del sacrificio permite que los residuos se excreten y se cree que esta práctica es segura.

Dentro de sus propiedades físicas y químicas podemos mencionar que es una sustancia metaliforme que se recupera del polvo de la fundición del cobre y procesado a un polvo blanco. La toxicidad del arsénico depende de su forma, ya que el arsénico inorgánico es mucho más tóxico que el orgánico. La mayor parte de la exposición humana ocurre mediante los alimentos y predominantemente en la forma orgánica, que es menos peligrosa.

La mayoría de las exposiciones humanas (por peso) se deben al arsénico en los alimentos (70%), un resultado de la ocurrencia natural, residuos de pesticidas y antibióticos administrados al ganado. Reces, pescados y aves de corral contienen las concentraciones más elevadas y en especial los mariscos. Pero la mayor parte del



arsénico en los alimentos está en una forma orgánica compleja que se cree que es inerte toxicológicamente. El agua potable (29%) y el aire (1%) producen exposiciones relativamente pequeñas, pero en la forma inorgánica, más dañina. Los fumadores reciben una dosis adicional de arsénico inorgánico, en forma directa al pulmón, debido a que este elemento está presente en las hojas de tabaco y se libera con el humo cuando se quema el tabaco. Los niños están en riesgo de mayor exposición por agua potable debido a que toman más agua en proporción a su peso corporal que los adultos.

Asimismo, la mayor parte del arsénico inorgánico disperso en el ambiente es resultado de las actividades humanas: fundición de metales en bruto, quema de carbón y la producción y uso de pesticidas. En la vecindad inmediata de fundiciones y fábricas de pesticidas arsenicales se elevan los niveles en el aire y el suelo. Los niños en estas áreas son particularmente susceptibles a la exposición al arsénico debido a que pasan tiempo adicional jugando en el exterior y en suelos contaminados.

#### **4.1.7. Benceno**

Podemos encontrarlo con otros nombres como Benzol, aceite de carbón, naftalina, ciclohexatrieno, hidruro de fenilo, pirobenzol.

Al utilizar las bombas de gasolina o al limpiar pinceles, la mayoría hemos estado en contacto con un compuesto llamado benceno. El benceno sintético, derivado del petróleo y del carbón, se produce en enormes cantidades como elemento básico para la síntesis de gran variedad de productos comerciales. El benceno se utiliza en pinturas, aceites, resinas, limpiadores de pinceles, adhesivos, aspirinas, desodorantes, limpiadores de hornos, asfalto, explosivos, pesticidas, plásticos, detergentes, tintes,

hules sintéticos y muchos otros productos<sup>41</sup>. Además, es un componente natural y también un aditivo para gasolinas y combustibles para aviones (la gasolina contiene 1.8 a 5.0% de benceno, en volumen). El benceno es un sustituto eficaz del plomo en las gasolinas, pues incrementa los niveles de octano en la gasolina sin plomo. Al eliminar el plomo, se utiliza cada vez más benceno. La gasolina extra sin plomo contiene hasta 3% de benceno. Además, puede haber reacciones químicas peligrosas cuando se combina benceno con agentes oxidantes como cloro, oxígeno líquido y peróxido de sodio.

Debido a que se encuentra en gran variedad de productos, el benceno está distribuido en grandes cantidades en el aire y el agua. Llega a los depósitos superficiales de agua a través de los desagües municipales e industriales y se ha encontrado como un contaminante de las aguas subterráneas debido a fugas en sitios de depósito de desechos y tanques de almacenamiento de gasolina peligrosos. El benceno forma parte de las emisiones gaseosas de motores y de importantes industrias de fabricación y refinamiento de sustancias químicas, las cuales eran consideradas como las principales fuentes de exposición al benceno, hasta hace poco tiempo.

No obstante, los estudios realizados con personas que utilizaron registros personales de calidad del aire durante un día normal, revelaron que la principal fuente de exposición al benceno es el tabaquismo (fig. 13).

---

<sup>41</sup> HARTE, JOHN ET AL. Op. cit., p.309.



**fig. 13** Aunque los cigarrillos emiten una cantidad relativamente pequeña de benceno, comparada con las emisiones industriales, los fumadores respiran, de manera directa, hasta 30 toneladas métricas anuales de benceno. Asimismo, los no fumadores se encuentran expuestos a un mayor nivel de benceno derivado de cigarrillos y otras fuentes ambientales interiores que de las emisiones industriales.

Asimismo, el contacto por inhalación, cutáneo u oftálmico puede ocasionar irritación del aparato respiratorio superior, dermatitis o irritación ocular, respectivamente. Si el benceno entra en contacto con los pulmones, puede provocar edema pulmonar y hemorragia. Debido a que el benceno se asimila mal a través de la piel, es difícil que tenga efectos sistémicos. La exposición aguda debida a ingestión o inhalación exagerada deprime el sistema nervioso central y provoca dolor de cabeza, mareos, náusea, convulsiones, coma e incluso la muerte.

También, la exposición crónica al benceno se ha relacionado con anemia aplásica, que es una alteración en la producción de glóbulos blancos y rojos en la médula ósea, y otras enfermedades de la sangre. Los cambios de la médula ósea pueden presentarse varios años después de interrumpido el contacto con el benceno. Hay estudios epidemiológicos que establecen relaciones entre las alteraciones cromosómicas y la leucemia con la exposición al benceno.

Como medidas precautorias, se debe evitar el contacto directo. Si el benceno salpica o moja la piel, esta deberá lavarse de inmediato con agua y jabón; si la sustancia llega a los ojos, enjuague de inmediato con agua. En casos de inhalación exagerada es necesario conducir a la persona cuanto antes a un lugar donde haya aire fresco. En ingestiones de benceno no debe provocarse el vómito ni administrar epinefrina o alcohol, pues el vómito incrementa el riesgo de aspiración de la

sustancia, la cual provocara edema o hemorragia pulmonar. En todos los casos, excepto en el contacto ligero con la piel, hay que avisar a un medico.

Hay diversas maneras de controlar las cantidades de benceno que se liberan al ambiente, las cuales incluyen reducir el consumo de gasolina al mejorar el uso de combustible en automóviles y conducir menos, disminuir el derramamiento y las fugas de las bombas de gasolina en las estaciones de servicio y cambiar los tanques de almacenamiento subterráneos que tengan alguna fuga.

Como el benceno es un componente importante en pinturas y solventes con base de aceite, el uso de sustitutos de estos productos podría reducir tanto el contacto como las emisiones. Por ejemplo, un poco de "afán" es un sustituto eficaz, aunque menos descansado, de los solventes químicos para pinturas; además, los productos con base de agua no solo son tan eficaces como los de aceite, sino que son menos tóxicos y más fáciles de limpiar.

#### **4.1.8. Benzo[a]pireno (B[a] P)**

Al quemar tabaco, alimentos, basura, madera, carbón o productos derivados del petróleo, uno de los contaminantes más peligrosos que se liberan es el benzo[a]pireno o B[a] P, el cual no tiene un uso comercial conocido. Se trata de un producto secundario indeseado de la combustión, en particular cuando esta sucede a una temperatura muy baja que impide el consume total del combustible. El B[a] P también forma parte del alquitrán de hulla y sus derivados, como la creosota. El asfalto contiene cantidades pequeñas de B[a] P. Aunque no se han desarrollado pruebas en humanos para determinar los riesgos para la salud, diversos estudios realizados en roedores y otros animales 'demuestran que el B[a] P es un tóxico

peligroso. Se sugiere que la inhalación de esta sustancia en el humo del tabaco es una de las razones principales por las que el tabaquismo produce cáncer pulmonar.

Los incendios forestales son una fuente natural de B[a]P, pero las actividades humanas son la principal fuente de esta sustancia. Además, el B[a]P natural se encuentra distribuido abundantemente en el entorno, en tanto que el de producción humana se concentra más en el aire que respiramos. La máxima exposición, para el público general, se debe al humo del tabaco, la inhalación del aire contaminado por los fumadores, la incineración de madera en estufas de combustible y chimeneas, y en los alimentos ahumados.

Comparado con el aire rural, el ambiente urbano típico contiene de 10 a 100 veces la concentración de B[a]P, en tanto que la concentración en una habitación llena de humo será 50 veces mayor a la del aire de la ciudad. No obstante, se han encontrado niveles muy elevados en viviendas del Tercer Mundo, donde la madera o el carbón no se queman con suficiente eficacia al cocinar o calentar la habitación; en estos casos, los niveles de B[a]P pueden ser 1 000 o más veces superiores a los del aire de la ciudad. Esta sustancia, una vez liberada en la atmósfera durante la combustión, se precipita con la lluvia y con partículas que caen y por ello se encuentra en el agua potable, la tierra y los cultivos vegetales de lugares distantes a la fuente original. Hay pruebas que sugieren que el B[a]P se bioconcentra en cadenas alimentarias. Puede entrar en el organismo por inhalación, ingestión o contacto directo con la piel.

Por otra parte, se ha observado, a partir de estudios en animales, que el B[a]P afecta la reproducción en ratones ocasionando defectos congénitos y bajo peso en animales recién nacidos. Estos estudios demuestran que el contacto directo con la piel puede provocar lesiones cutáneas y que la inhalación ocasiona bronquitis. Las pruebas en animales también confirman que es posible favorecer el desarrollo de

cáncer mediante la inhalación, ingestión o el contacto cutáneo con B[a] P; dichos estudios se han realizado con dosis miles de veces superiores a las que pueden recibir los humanos. Debido a los resultados obtenidos de estudios en animales y a la falta de información directa de estudios epidemiológicos con respecto a la capacidad del B [a] P para ocasionar cáncer en humanos, la EPA ha clasificado esta sustancia como un posible carcinógeno para el hombre.

#### 4.1.9. Cadmio

El cadmio, de símbolo Cd, es un elemento metálico blanco plateado que se puede moldear fácilmente. El cadmio fue descubierto en 1817 por el químico alemán Friedrich Stromeyer, en las incrustaciones de los hornos de cinc. El elemento ocupa el lugar 65 en abundancia entre los elementos de la corteza terrestre.<sup>42</sup>

Sirve para galvanizar repuestos metálicos, como pigmento en pinturas y plásticos, en baterías recargables de níquel y cadmio, y como catalizador y conservador en la industria del plástico. El cadmio también se utiliza en muchas aleaciones y soldaduras especiales, así como en barnices, pinturas de aceite y otros productos de uso artístico que contienen partículas de cadmio.

Podría decirse que las fuentes más importantes de contaminación con cadmio son los desperdicios municipales y médicos, la fabricación de plásticos y tintes, producción y eliminación de baterías de níquel y cadmio, aplicación de fertilizantes fosforados, etc.

En humanos, el cadmio inhalado ha sido relacionado con el desarrollo de

---

<sup>42</sup> Cadmio." Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation. R.D.

cáncer pulmonar (la EPA clasifica a este metal como un posible carcinógeno).

#### 4.1.10. CFC

Los clorofluorocarbonos, o CFC, fueron desarrollados en 1930 por General Motors para reemplazar a los agentes de enfriamiento corrosivos y tóxicos que se utilizaban en los refrigeradores de la época. Thomas Midgley, empleado de la GM, dio con un "químico maravilloso" que tenía muy baja toxicidad, muy poca combustibilidad, gran estabilidad, bajo costo y la volatilidad necesaria para reemplazar a todos los refrigerantes. El mercado de los CFC creció con celeridad, con usos adicionales a la refrigeración. En la actualidad, los CFC se utilizan como solventes y propulsores aerosoles, en la producción de espumas, en la esterilización y en el combate de incendios. En 1986 se produjeron más de 300 000 toneladas de estas sustancias en Estados Unidos.

Sin embargo, el químico maravilloso tiene un aspecto sombrío. Los CFC ocasionan un lento consumo del ozono de la estratosfera, lo que reduce la capa atmosférica que protege a la tierra de la dañina radiación ultravioleta solar. Además, los CFC son la causa de la quinta parte de los gases que provocan el calentamiento global. A la luz de estas complicaciones, varias naciones industrializadas han impuesto restricciones al uso de los CFC; Du Pont, que producía estos compuestos, interrumpió su producción en el año 2000.

Los halones son sustancias químicas de una clase similar utilizados, de manera específica, en el combate de incendios. Comparados con los CFC, tienen una capacidad tres a diez veces mayor para acabar con el ozono atmosférico; se calcula que la producción de halón es del orden de 20 000 toneladas anuales, y la demanda

va en aumento.

A la postre, los clorofluorocarbonos tienen diversidad de aplicaciones. Todos los refrigeradores, excepto los industriales más especializados, utilizan CFC como líquido congelante. La producción de espumas, aire acondicionado para vehículos y solventes son la principal forma de utilización de los CFC. El *Investor Responsibility Research Center*, en Estados Unidos, calcula que un refrigerador casero promedio contiene alrededor de 227 gramos de CFC en su sistema de enfriamiento y 1 500 gramos adicionales en la pared de espuma aislante utilizada para retener el frío en el interior. Muchas espumas, en particular las empleadas en aislamiento, son fabricadas con CFC; gran parte de estas sustancias quedan atrapadas en las burbujas de la espuma, lo que da magníficas propiedades aislantes a dichos productos. La fabricación de espumas representa más del 20% de las aplicaciones de CFC en Estados Unidos.

Más de 20% de los CFC de venta en el mercado se utiliza en la fabricación de solventes, principalmente en la industria electrónica. Aunque han sido prohibidos en Estados Unidos, no debemos pasar por alto el uso de CFC en propulsores aerosoles. En todo el mundo, los aerosoles emplean la cuarta parte de la producción de CFC.

Todos los aparatos de aire acondicionado para vehículos utilizan CFC. De hecho, en Estados Unidos más de la cuarta parte de los CFC se consumen en los aparatos de aire acondicionado de autos y camiones. Hay cuatro factores que determinan el elevado uso de CFC en los vehículos: primero los aparatos de aire acondicionado de los vehículos suelen tener fugas; segundo, cuando dichos aparatos reciben servicio de mantenimiento, los CFC de la unidad de enfriamiento se liberan al ambiente para reemplazarlos con gases nuevos; tercero, los vehículos suelen tener poco aislamiento, así que un automóvil promedio posee la misma capacidad para enfriamiento que una casa; por último, un vehículo suele tener una vida útil menor que



un refrigerador o un aparato de aire acondicionado casero y los residuos de CFC se eliminan junto con el auto o camión.

La población suele inhalar cantidades importantes de CFC en el lugar de trabajo, en especial si se desempeña en un lugar donde se utilizan estos gases o productos que contienen CFC. Otros lugares donde es frecuente encontrar CFC son los salones de belleza (muchos productos cosméticos todavía contienen propulsores de CFC), compañías que dan servicio a extinguidores de incendios, empresas de reparación de autos, compañías de mantenimiento para aparatos de aire acondicionado y refrigeradores, empresas electrónicas, fábricas de producción de espumas y otras en las que se utilizan espumas aislantes en la elaboración de sus productos.

Los CFC no son muy tóxicos, pero esta afirmación general puede ser errónea debido a que los CFC son una clase que incluye varias sustancias químicas. En términos generales todos los CFC ocasionan depresión del sistema nervioso central después de una exposición prolongada; se ha informado de palpitaciones cardíacas entre voluntarios humanos que han estado sometidos a cantidades ambientales elevadas de clorofluorocarbonos. Se ha sugerido que la aspiración de grandes concentraciones de CFC durante periodos prolongados provoca la muerte por paro cardíaco en bomberos y otras personas que inhalan CFC deliberadamente; la dosis para la aparición de síntomas varía de un individuo a otro. Algunos estudios recientes sugieren que los CFC pueden ocasionar mutaciones aunque, hasta el momento, ninguno ha determinado que los CFC produzcan cáncer.

Consecuentemente, los problemas con los CFC son principalmente de índole ambiental. Estas sustancias destruyen la capa de ozono de la estratósfera que protege a la población contra los rayos ultravioleta solares.

La capa de ozono tiene orificios y rasgaduras que los científicos han detectado ya, sin la protección de la capa de ozono se facilitará el desarrollo de cánceres de piel y lesiones oculares entre la población, y la cadena trófica marina podría sufrir graves alteraciones. Además, los CFC son el origen de la quinta parte de los gases de invernadero que llegan a la atmósfera cada año.

#### 4.1.11. Cinc

El Blanco de China, blanco de zinc, Cinc o Zinc, de símbolo Zn, elemento metálico blanco azulado que tiene muchas aplicaciones. Ocupa el lugar 24 en abundancia entre los elementos de la corteza terrestre.<sup>43</sup> El cinc puro es un metal relativamente suave, de color blanco azulado. Se combina fácilmente con otros metales para formar aleaciones, de las que la más importante es el acero galvanizado. El cinc se combina con cobre para hacer latón y con cobre y estaño para producir bronce.

El óxido de cinc es el más importante de los compuestos de cinc y se usa en la vulcanización de caucho, en papel para fotocopias y en el tratamiento de quemaduras, infecciones y enfermedades de la piel. Es un polvo inodoro e insípido de color blanco o blanco amarillento.

También se utiliza en las placas de las pilas (baterías) eléctricas secas, y en las fundiciones a troquel. El óxido de cinc, conocido como cinc blanco, se usa como pigmento en pintura. También se utiliza como rellenedor en llantas de goma y como pomada antiséptica en medicina.<sup>44</sup>

El cinc es un elemento natural necesario para la salud humana. Aunque

---

<sup>43</sup> "Cinc." Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation. R.D.

<sup>44</sup> Ídem.

existen más reportes de efectos adversos por deficiencia de cinc que por sobre exposición, puede causar malestar estomacal si se ingiere en grandes cantidades, y los compuestos de cinc pueden ser tóxicos si se inhalan. Debe evitarse el consumo excesivo de cinc por tomar demasiados complementos minerales, porque existe la posibilidad de problemas cardiovasculares.

La exposición al cinc ocurre principalmente en los alimentos y de modo menor en el agua. La ingestión alimenticia es de entre 7 y 16 miligramos diarios, lo que significa que la ingestión es generalmente menor que la ración dietética aconsejada (15 miligramos diarios para varones y 12 para mujeres). El cinc tiende a ser suministrado por las proteínas. Las mejores fuentes son la carne, pollo, pescado, productos lácteos, cereales y granos. Los complementos vitamínicos (en comprimidos) generalmente contienen cinc y pueden aumentar las exposiciones a 75 miligramos diarios. El consumo excesivo de estos comprimidos vitamínicos puede producir exposiciones de alto nivel.

Las concentraciones ambientales de cinc son más altas cerca de minas y fundidoras de cinc, plantas siderúrgicas de hierro y acero, locales de chapeado eléctrico y calles (debido al desgaste de llantas). Los herreros y obreros de estas industrias están expuestos a los más altos niveles, generalmente a través de humos de óxido de cinc.

El cinc es necesario para la salud humana y la mayor parte de la literatura de sus efectos en la salud está más relacionada con la deficiencia de cinc que con su exceso. Sin embargo, el consumo excesivo de cinc puede implicar problemas en el corazón, por lo que debe lograrse un equilibrio entre la deficiencia y el consumo excesivo.

Examinemos primero la deficiencia de cinc. Este metal es necesario para

todos los organismos animales y vegetales; después del hierro, es el metal más común en los tejidos humanos. Se han identificado más de 20 metaloenzimas (enzimas que contienen metales) con cinc y más de 100 enzimas lo necesitan para su funcionamiento óptimo. El cinc está implicado en el metabolismo de las proteínas y los ácidos nucleicos, y es esencial para la síntesis del material genético ADN. Los efectos más graves de la deficiencia de cinc ocurren en la niñez, y entre ellos se incluye el enanismo y madurez sexual retardada. Entre los efectos menos severos se cuentan la inapetencia, disminución en los sentidos del gusto y el olfato, cicatrización lenta, piel seca y áspera y letargo mental. La deficiencia de cinc crónica, grave y no tratada puede ser fatal.

En contraste, el exceso de cinc puede producir una condición llamada toxicosis por cinc. Un consumo excesivo produce malestar estomacal, cólico, náusea, vómito y diarrea. Casi todos los casos reportados son resultado de comer o beber alimentos almacenados o cocinados en recipientes de metal galvanizado o por consumir demasiados complementos vitamínicos (dos o tres cápsulas diarias, cada una con 50 miligramos de cinc). Como el cuerpo evacua eficientemente el cinc a través del sistema gastrointestinal, hay pocos riesgos de acumulación a largo plazo. Pero algunos estudios experimentales en sujetos humanos demuestran que una exposición diaria a 150 miligramos de cinc durante un periodo de varias semanas produce una reducción en los niveles de colesterol lipoproteínico de alta densidad y un incremento en los niveles de colesterol lipoproteínico de baja densidad. Estos cambios podrían aumentar el riesgo de males cardíacos, lo que indica el peligro de tomar demasiados complementos de cinc. El consumo crónico de altos niveles de cinc también podría afectar al sistema innumológico.

Los obreros expuestos laboralmente a humos de óxido de cinc a veces

adquieren una condición conocida como fiebre de humo metálico, un término general asociado con la inhalación de vapores de metales calentados por encima de su punto de fusión. Los síntomas de este mal incluyen respiración acelerada, escalofrío, fiebre, sudación, dolor de pecho y piernas y debilidad. Los síntomas generalmente se alivian luego de uno o dos días, aunque no se sabe si a largo plazo podría producir daños pulmonares. El cloruro de cinc es el ingrediente principal de las bombas de humo. Puede causar daños pulmonares graves y la muerte si se inhala en espacios cerrados. No se han descubierto efectos duraderos por exposiciones leves.

El cinc no está asociado con cáncer o mutaciones en humanos. En lo que a animales de laboratorio se refiere, las evidencias experimentales son limitadas. Tales evidencias demuestran que el cinc podría afectar la formación de tumores, ya sea estimulándolos o inhibiéndolos. La EPA clasifica al cinc como una sustancia del Grupo D, lo que significa que las evidencias existentes son inadecuadas para evaluar su potencial cancerígeno.

Para prevenir la sobre exposición al cinc no deben almacenarse o cocinarse alimentos o bebidas en recipientes de metal galvanizado. Debe eliminarse el abuso en el consumo de complementos vitamínicos. Para asegurar un consumo adecuado de cinc debe seguirse la ración dietética aconsejada por el Instituto Nacional de Nutrición.

En cuanto a sus efectos ambientales, el cinc es más peligroso para los organismos acuáticos que para los humanos. En las zonas vecinas a fundidoras y minas el crecimiento de plantas está deprimido y los organismos y aves acuáticas están deteriorados. Decenas de miles de peces han muerto por la contaminación con cinc. Los efectos de este elemento son mayores en aguas blandas que en aguas duras.

#### 4.1.12. Cloro, cloruro de hidrógeno, ácido clorhídrico e hipoclorito

De símbolo Cl, es un elemento gaseoso amarillo verdoso.<sup>45</sup> El cloro se disuelve en agua para producir ácido hipocloroso, el ión hipoclorito y ácido clorhídrico. El hipoclorito de sodio se conoce mejor como blanqueador. El cloruro de hidrógeno es un gas incoloro y de olor penetrante que se obtiene como producto secundario del uso industrial del gas de cloro; se disuelve con facilidad en agua para formar ácido clorhídrico, que es un ácido muy potente.

El cloro y los compuestos clorados se encuentran por doquier y se utilizan en diversos productos domésticos como blanqueadores, limpiadores y sal de mesa (cloruro de sodio)<sup>46</sup>; también se incluyen en plásticos (cloruro de polivinilo o PVC), propulsores aerosoles (clorofluorocarbonos) y plaguicidas; además, lo encontramos en el organismo en todos los tejidos nerviosos y musculares. En nuestros días, la exposición tóxica se debe a derrames accidentales y al uso inadecuado de los productos domésticos. Debido a la semejanza de las propiedades agresivas del cloro, el cloruro de hidrógeno, el ácido clorhídrico y el hipoclorito, los tratamos como grupo en esta sección.

El blanqueador casero contiene cloro en forma de solución débil de hipoclorito de sodio. El hipoclorito es un elemento peligroso, aunque puede haber consecuencias graves al combinar blanqueador con otros productos con la intención de mejorar sus propiedades de limpieza. Al mezclarlo con ácido, el blanqueador emite gases de cloro. Algunos limpiadores de inodoros y sarro contienen suficiente ácido como para liberar grandes cantidades de gas de cloro al mezclarlos. Al parecer, el vinagre no tiene la acidez suficiente para producir vapores de cloro, aunque se han publicado informes

<sup>45</sup> "Cloro." Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation. R.D.

<sup>46</sup> HARTE, JOHN ET AL. Op. cit., p. 369 -371.

conflictivos al respecto. Por consiguiente, se recomienda no mezclar vinagre con blanqueadores. El amoníaco reacciona con el blanqueador liberando cloraminas, que son gases tóxicos que penetran y lesionan los tejidos profundos de los pulmones.

El cloro y el hipoclorito también se utilizan ampliamente como desinfectantes del agua potable y en piscinas, así como en el tratamiento de aguas de drenaje. Si se emplea bien, el cloro no representa un peligro en estas aplicaciones; sin embargo, reacciona con las sustancias orgánicas del agua potable y produce tialometanos, que son compuestos cancerígenos.

El uso indebido de cloro e hipoclorito en el agua de las piscinas ha provocado casos de acidez excesiva, niños intoxicados por la inhalación de vapores que emanan de tabletas sólidas de hipoclorito y niveles de orina y amoníaco lo bastante elevados para reaccionar y liberar cloraminas en las alboreas. El mantenimiento adecuado de las piscinas evita estos problemas; no se conocen casos de vapores de cloro en piscinas que hayan ocasionado problemas de salud graves.

De los usos industriales de cloro y ácido clorhídrico, 80% está destinado a la producción de compuestos de hidrocarburos clorados (solventes y agentes limpiadores), plaguicidas y plásticos (cloruro de polivinilo o PVC). La industria de pulpa y papel es el segundo consumidor de cloro (16%), y utiliza este elemento para blanquear o decolorar la pulpa para la fabricación de papel. El tratamiento de aguas es el tercer consumo importante (4%). Se liberan grandes cantidades de ácido clorhídrico de la combustión de carbón y la quema de papeles y plásticos en los basureros municipales; sin embargo, no hay pruebas de que estas fuentes afecten la salud humana o de que el ácido clorhídrico emitido sea un factor importante en la formación de lluvia ácida. La producción industrial de cloro alcanza los 10 millones de toneladas anuales, y la de ácido clorhídrico es de 2.5 millones de toneladas al año.

En cuanto a sus efectos en la salud, el cloro es un potente irritante de las membranas mucosas de ojos, nariz, garganta y pulmones. Los síntomas que provoca incluyen lagrimeo, tos, ahogo, dolor de cabeza y mareo. Una exposición grave puede ocasionar edema pulmonar y muerte, casi siempre varias horas después del contacto. Si las concentraciones son muy elevadas, puede ocurrir muerte inmediata por obstrucción o cierre reflejo de las vías aéreas (bronco espasmo) que ocasiona asfixia. Una exposición única al gas de cloro puede ocasionar signos de una enfermedad por obstrucción de vías aéreas (estrechamiento de las vías aéreas por contracción de la musculatura que las envuelve), caracterizada por dificultad para respirar y sibilancias (sonidos silbantes al respirar); esta alteración suele desaparecer con tratamiento médico, aunque no se ha determinado si deja secuelas permanentes.

Se ha observado un ligero incremento en el desarrollo de cáncer de vejiga y, tal vez, de cánceres de colon y rectales en individuos que hacen uso crónico de fuentes de aguas tratadas con cloro. El aumento de este riesgo es más evidente en no fumadores, porque el tabaquismo eleva las posibilidades de desarrollar esta misma clase de cánceres y así el efecto del cloro, que sin duda está presente, resulta más difícil de determinar.

El gas de cloruro de hidrógeno se convierte con facilidad en ácido clorhídrico al contacto con la piel húmeda, el sudor y las mucosas. La mayor parte del daño se debe a la acidez, que a menudo se percibe como una sensación gustativa penetrante y fuerte, aun antes de percibirla por el olfato. Al igual que el cloro, la irritación ocurre en ojos, nariz, garganta y vías aéreas, aunque también en boca y piel. A niveles inferiores al umbral del olor o el sabor, el ácido clorhídrico puede provocar estornudos, laringitis, dolor torácico, ronquera y una sensación de asfixia. También puede haber quemaduras cutáneas, inflamación y ulceración del tabique nasal. Se ha



informado de casos de erosión del esmalte dental en trabajadores y nadadores de albercas que han recibido un tratamiento inadecuado con cloro que condujo a una elevación de la acidez del agua.

El hipoclorito de los blanqueadores es una sustancia corrosiva que puede dañar piel, ojos y otras membranas. Según las estadísticas de los centros de control de envenenamientos, cada año un número asombroso de niños ingiere accidentalmente blanqueadores de lavandería. Son pocas las defunciones conocidas, tal vez debido al vómito que suele ocurrir casi de inmediato; puede haber daño a esófago y estómago. La administración de agentes ácidos como vinagre para neutralizar al hipoclorito, sólo empeora el daño debido a que el calor y los vapores que producen liberan gas de cloro hacia las vías respiratorias.

La Organización Mundial de la Salud concluye que, excepto por los accidentes, la población general no tiene riesgos por la exposición al cloro, cloruro de hidrógeno o ácido clorhídrico. No se ha observado el desarrollo de cánceres, mutaciones o alteraciones congénitas por el contacto con estas sustancias.

A la postre, en cuanto a sus efectos sobre el ambiente, el cloro es un biocida eficaz que acaba con plantas, bacterias, algas y hongos. Por tal motivo se utiliza mucho en la desinfección del agua potable. El cloruro de hidrógeno y el ácido clorhídrico son tóxicos para las plantas y ocasionan quemaduras de hojas y daños internos. Los efectos sólo tienen importancia en la vecindad de los derrames y en fuentes de contaminación muy localizadas (por ejemplo, fábricas de productos químicos).

En consecuencia, para valorar el impacto ambiental que provoca la utilización de los compuestos organoclorados hay que tener en cuenta que son muy estables y permanecen en el aire, el agua y el suelo cientos de años, resistiendo los procesos

de degradación físicos y químicos, y que son más solubles en las grasas que en el agua, por lo que tienden a acumularse en el tejido adiposo de los seres vivos.<sup>47</sup>

#### 4.1.13. Cloroformo

Casi cualquier persona que beba agua clorada, nade en albercas llenas de agua tratada con cloro o use productos hechos con estas aguas, esta expuesta a bajas concentraciones de cloroformo; esto se debe a que el cloro que se usa para desinfectar el agua potable al reaccionar con las sustancias orgánicas naturales del agua, como hojas en estado de putrefacción, produce cloroformo. Este también se haya en el aire urbano y en las zonas industriales, como producto de la elaboración de papel y pulpa, emisiones vehiculares, tabaquismo, combustión de plástico y evaporación de ríos y lagos contaminados. Aunque el cloroformo ya no se usa como anestésico general, aun tiene aplicaciones industriales como solvente y agente de extracción, y como intermediario en la fabricación de fluorocarbonos, tintes y medicamentos. También se usa como líquido de enfriamiento en refrigeradores industriales. Algunos productos de consumo pueden contener cloroformo; de estos, los más factibles son jarabes para la tos, dentífricos, linimentos, pegamentos y plaguicidas.

La mayor parte del cloroformo del agua se debe al proceso de adición de cloro. Otras fuentes de cloroformo en el agua son las aguas municipales de desecho, que a menudo son tratadas con cloro antes de eliminarlas, y la industria de papel y pulpa, que utiliza cloro para blanquear la pulpa de papel. El cloroformo también ha sido detectado en agua de lluvia de regiones donde el aire esta muy contaminado con esta

---

<sup>47</sup> "Compuestos organoclorados." Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation. R.D.

sustancia.

El aire contaminado con cloroformo puede hallarse en regiones rurales, urbanas e industriales, así como en el interior del hogar. El proceso de blanqueado de pulpa y papel produce la mayor parte del cloroformo que escapa al aire ambiental, aunque hay muchas otras actividades que tienen este mismo efecto; entre ellas se incluye la fabricación de medicamentos y sustancias químicas, la evaporación del agua tratada con cloro, la fumigación de granos, los vapores vehiculares, el tabaquismo y la evaporación de agua de piscinas y fuentes. Son pocas las cantidades de cloroformo que se derraman directamente en el suelo; tal vez la principal fuente de contacto personal con cloroformo del aire ambiental sea el agua de baño. Esta sustancia escapa con facilidad del agua caliente tratada con cloro y las concentraciones pueden elevarse mucho en una habitación cerrada. El aire del interior también puede contaminarse con el uso de productos de limpieza y lavandería que contengan blanqueadores a base de cloro. Aunque las concentraciones típicas dentro del hogar son semejantes a las observadas en el aire urbano exterior, las personas que toman una ducha pueden estar expuestas a concentraciones 10 a 100 veces mayores durante el baño.

Aunque el cloroformo se evapora con rapidez al caer al suelo, también puede filtrarse y alcanzar los depósitos subterráneos de agua, donde permanecerá durante varios meses, o incluso años. La evaporación en agua estancada es muy lenta, pero en agua corriente puede acelerarse, y lo mismo sucede al revolverla o rociarla. El cloroformo permanece en la atmósfera durante varios meses antes de sufrir una degradación fotoquímica; por tal motivo, las emisiones al aire pueden diseminarse en áreas grandes.

Es interesante notar que, en ocasiones, los refrescos contienen niveles de

cloroformo superiores a los que encontramos en el agua común; se cree que esto se debe al uso de agua de llaves industriales en la fabricación. Otros alimentos también contienen pequeñas cantidades de cloroformo, como mariscos, productos lácteos, carnes, grasas y aceites, verduras y frutas, pan y leche materna. Aunque, al parecer, la ingestión dietética de cloroformo puede ser importante en algunos casos, no disponemos de suficiente información para valorar el promedio de ingestión diaria.

Por otro lado, el cloroformo tiene efectos narcóticos en dosis muy elevadas. Los síntomas de una exposición peligrosa incluyen dilatación de las pupilas, sensación de calor y parálisis, tal vez seguidos de muerte. En contactos con dosis muy elevadas de cloroformo se ha observado mareo, confusión mental, dolor abdominal, náusea, vomito, cefalea, respiración lenta, baja presión sanguínea, fatiga, inconsciencia e irritación ocular y cutánea. La exposición crónica a concentraciones elevadas, pero no mortales, puede ocasionar fatiga, anorexia, anemia, debilidad, visión borrosa, pérdida de memoria, temblores, crecimiento hepático, ictericia y daño renal; el hígado y los riñones son los órganos más susceptibles de sufrir daño permanente como consecuencia de una exposición crónica al cloroformo<sup>48</sup>.

Varios estudios epidemiológicos han establecido una relación entre el consumo de agua tratada con cloro y el cáncer de vejiga e intestino grueso; sin embargo, no ha sido posible aislar al cloroformo como la causa única o principal de estas alteraciones. Se ha visto que dosis elevadas de cloroformo ocasionan cáncer de hígado y riñón en animales de experimentación expuestos a la sustancia durante toda su vida, aunque algunos científicos consideran que estos cánceres son consecuencia del daño orgánico que sufren los animales después de recibir dosis elevadas de esta sustancia. Otros más opinan que el cloroformo favorece el desarrollo de cánceres existentes más

---

<sup>48</sup> HARTE, JOHN ET AL. Op. cit., pp. 373 -375

que causarlos. Los resultados de la prueba de Ames han sido negativos. A pesar de estos desacuerdos, la EPA considera que el cloroformo es un posible carcinógeno humano. Esta sustancia es tóxica para los fetos, más no parece ocasionar defectos de nacimiento en las especies animales que han sido sometidas a estudio.

Las personas obesas retienen más cloroformo que las delgadas, debido a que esta sustancia se deposita en el tejido graso. Cuando un individuo obeso inhala cloroformo, la sustancia se elimina con rapidez de la circulación para depositarse en la grasa; de este modo, el torrente sanguíneo jamás se satura de cloroformo. Cuando se interrumpe la exposición, el cloroformo almacenado en la grasa corporal se elimina con lentitud y, en consecuencia, continúa la exposición inicial. En personas delgadas, la sangre se satura de cloroformo porque hay menos grasa para absorber la sustancia y, aun cuando se inhalen mayores cantidades, el cloroformo no tiene adonde ir, por lo que el exceso se elimina con la exhalación.

Los animales de laboratorio que ingieren bebidas alcohólicas presentan niveles significativamente mayores de cloroformo y cambios hepáticos; lo mismo ocurre en animales de experimentación que reciben combinaciones de etanol y cloroformo.

Es casi imposible evitar el contacto con cloroformo debido a su amplia distribución en el aire y el agua. No obstante, es posible minimizar la exposición ventilando bien las habitaciones donde se utilice agua caliente, en especial el baño. El aire en el interior de una piscina techada también contiene grandes cantidades de cloroformo. La instalación de un filtro de carbón activado en la tubería de agua fría que conecta con el calentador puede reducir de manera importante las concentraciones de cloroformo tanto en el agua caliente como en el interior de la casa. Como los filtros de carbón de los grifos solo pueden utilizarse en las tomas de agua fría, no tienen suficiente eficacia para combatir el problema del cloroformo que

contamina el aire del ambiente domestico.

Hay alternativas al uso de cloro para desinfectar el agua, pero son muy costosas y emiten otros productos colaterales tóxicos. Hasta que conozcamos mejor las consecuencias del uso de técnicas alternativas de desinfección, seguiremos utilizando cloro.

#### **4.1.14. Cloruro de Metileno**

El cloruro de metileno es el removedor de pintura más conocido. Todo aquel que haya quitado pintura seca con un removedor ha tenido contacto con este compuesto. Su toxicidad se hace más compleja porque se degrada en monóxido de carbono al entrar al cuerpo, y los efectos tóxicos que siente un individuo tal vez se deben más al monóxido de carbono en la sangre que al cloruro de metileno en sí. A su vez, la susceptibilidad de cada individuo a la intoxicación con monóxido de carbono depende de su peso, hábitos de fumador y ritmo respiratorio. El cloruro de metileno es también un residuo del café químicamente descafeinado, pues sustituye al tricloroetileno como solvente descafeinante.

Algunos fijadores para el cabello contienen cloruro de metileno. También se utiliza como propulsor de aerosoles e ingrediente inerte en fumigantes, plaguicidas, soluciones para limpieza industrial, lustradores de zapatos, telas impermeables, extinguidotes, desodorantes del aire y desmanchadotes.

El cloruro de metileno es común entre los consumidores. El cloruro de metileno es un contaminante común del aire urbano y los pozos pueden contaminarse con este compuesto como resultado de derramamientos o fugas de tanques de almacenaje.

La vía principal de exposición es mediante la inhalación. El cloruro de metileno

es absorbido con rapidez una vez que llega a los pulmones. La captación es directamente proporcional al tiempo y concentración de la exposición, y aumenta con el ejercicio y la cantidad de tejido adiposo en el cuerpo del individuo expuesto. El cloruro de metileno absorbido se distribuye en el cuerpo y cruza fácilmente la barrera hematoencefalica y la placenta. También puede estar presente en la leche de mujeres expuestas. La absorción por la piel o el aparato gastrointestinal es lenta. Quizás estas rutas de exposición no contribuyan en mucho a la dosis total recibida porque este compuesto se quema al quedar en contacto con la piel. Una vez dentro del cuerpo, el cloruro de metileno se convierte rápidamente en monóxido de carbono, aunque también puede quedar almacenado en el tejido adiposo. Los niveles de carboxihemoglobina permanecen altos durante varias horas después de la exposición por la conversión retardada del cloruro de metileno en las reservas adiposas.

Se han descubierto cambios hepáticos en ratones expuestos a dosis altas. Las personas expuestas a altos niveles de cloruro de metileno presentan disminuciones en la capacidad manual y lapsus en la atención. Se han asociado arritmias cardiacas y la muerte a niveles excesivamente elevados del solvente en el aire. Los niveles altos de cloruro de metileno irritan los ojos y el aparato respiratorio. A estos niveles, la persona expuesta se adormila y puede sentir náusea. La sobre exposición puede ser indicada por dolor de cabeza, fatiga, vértigo, irritabilidad y entumecimiento de las extremidades. Una exposición crónica a este solvente puede resultar en danos al hígado y al sistema nervioso central.

El cloruro de metileno puede producir cáncer. Las pruebas biológicas de inhalación del Programa Nacional de Toxicología (en E.U.) descubrieron evidencias claras de carcinogenicidad en ratas hembras y cierta evidencia de carcinogenicidad en ratas machos, causando cáncer hepático y pulmonar. También se demostró que es

mutágeno en ciertas clases de ratones, aunque no en humanos. La EPA clasifica al cloruro de metileno como posible cancerígeno humano.

#### 4.1.15. Colorantes de alimentos

Muchos consideran que añadir color a la comida representa el absurdo de los aditivos químicos. Sin embargo, los fabricantes sostienen que la gente no compra alimentos procesados sin colorantes (fig. 14). Aunque existe una tendencia para dejar de usar colorantes sintéticos en los alimentos procesados, la industria de alimentos de Estados Unidos sigue añadiendo unas 3 000 toneladas anuales de colorantes a los alimentos procesados. Pero solo un 10% de los alimentos que se consumen en Estados Unidos contienen colorantes sintéticos.



fig. 14 Entre los diferentes nombres de colorantes de alimentos tenemos: Azul núm. 1; Azul FD y C núm. 1; Azul brillante. Azul núm. 2; Azul FD y C núm. 2; Indigotina; Indigo Camín. Verde núm. 3; Verde FD y C núm. 3; Verde rápido. Rojo núm. 3; Rojo FD y C núm. 3; Eritrosina. Rojo núm. 40; Rojo FD y C núm. 40; Rojo alura AC. Amarillo núm. 5; Amarillo FD y C núm. 5; Tartrazina. Amarillo núm. 6; Amarillo FD y C núm. 6; Monoazo; Amarillo ocaso.

Una gran variedad de productos contiene colorantes sintéticos para alimentos. Se utilizan comúnmente en refrescos, dulces, postres, repostería y panadería comercial, salchichas, pasta de dientes y cosméticos. El rojo núm. 40 y los amarillos núm. 5 y núm. 6 representan más del 90% de los colorantes utilizados en Estados Unidos. Utilizando datos de la FDA, un grupo de consumidores calculó que algunos



niños, para cuando cumplen 12 años, han consumido hasta 1.5 Kg. de colorantes. Cabe hacer notar que en los medicamentos y cosméticos se usa una mayor variedad de colorantes que los permitidos en los alimentos.

En cuanto a sus efectos a la salud, es indudable que casi todos los colorantes sintéticos aprobados por la FDA, en dosis muy altas, son cancerígenos. Esto ha sido demostrado en muchas pruebas de laboratorio con ratones, ratas, conejos y monos. Por consiguiente, la cuestión no es si los colorantes producen cáncer, sino con que dosis lo hacen, incluyendo tumores cancerosos, que están asociados con dosis muy altas de los siete colorantes legales (tabla 9).

COLORANTE	EFFECTOS EN LA SALUD
Amarillo núm. 6	Tumores renales, daños en los cromosomas, alergias
Rojo núm. 3	Tumores de tiroides, daño en los cromosomas
Rojo núm. 40	Tumores linfáticos
Azul núm. 1	Daño en los cromosomas
Azul núm. 2	Tumores cerebrales
Verde núm. 3	Tumores de vejiga
Amarillo núm. 5	Tumores linfáticos y de tiroides, alergias

Tabla 9 La tabla nos muestra los efectos adversos a la salud, incluyendo tumores cancerosos, que están asociados con dosis muy altas de los siete colorantes legales en E.U.

La FDA sostiene que las cantidades de colorantes cancerígenos en los alimentos son tan pequeñas que la dosis ingerida en promedio es insignificante. Es decir, que los colorantes no son un peligro importante. Aunque la cláusula Delaney (E.U.) del Acta de Alimentos, Fármacos y Cosméticos prohíbe el uso de cualquier

agente cancerígeno en los alimentos, los colorantes siguen usándose. La FDA ha reiterado que aceptara el uso de colorantes que significan un "riesgo insignificante" para el consumidor, basándose en la cuestión del color de los alimentos. Esto significa que, con base en una evaluación cuantitativa de los riesgos para la salud, el peligro de enfermar de cáncer por ingerir colorantes es menos que uno en un millón. Este enfoque de riesgo insignificante requiere que los datos que describen la capacidad de un compuesto químico para causar cáncer estén disponibles y que sea posible traducir las dosis altas suministradas a los animales a riesgos humanos con dosis bajas. No todos consideran que esto sea posible. Por lo pronto, los consumidores deben ejercitar su libre albedrío para consumir colorantes, así como otros aditivos como sacarina y aspartame. La elección, a su vez, implica que los consumidores deben ser educados acerca de los posibles riesgos de los alimentos que compran.

Los colorantes pueden ser evitados si no se compran los productos que los contienen. Si un producto utiliza un colorante artificial, debe notificarse en su etiqueta. No se exige que se especifique la clase de colorante que se emplea, a excepción del amarillo num. 5, al que pueden ser alérgicas las personas sensibles a la aspirina. Desafortunadamente, hay casos en que no está disponible el producto deseado (o necesario) sin colorante. A excepción del caso de los medicamentos, esta situación tiende a desaparecer, principalmente por la presión del público.

La FDA regula los colorantes. No hay restricciones sobre su uso que no sean la de la buena práctica de fabricación. Debe especificarse el uso del amarillo núm. 5; de otro modo, las etiquetas de los alimentos solo deben anunciar que se utilizaron colorantes en el producto. Recientemente se prohibió en Estados Unidos el uso del rojo núm. 3 en cosméticos y medicamentos de aplicación local, aunque pueden

venderse y utilizarse las existencias del colorante. La FDA planea prohibir dentro de poco tiempo el rojo núm. 3 en alimentos. La Comunidad Económica Europea prohibió el uso del rojo núm. 40 y el verde núm.3.

#### **4.1.16. Estricnina**

La Estricnina es un alcaloide venenoso, procedente de ciertas plantas del género *Strychnos*, que se produce de forma comercial a partir de las semillas de las habas de San Ignacio (mejor conocida en México como semilla del Fraile) y de la nuez vómica. Los cristales de estricnina así obtenidos son transparentes o blancos, de sabor amargo, y se funden a una temperatura de 286 a 288 °C. Son algo solubles en agua y más solubles en alcohol, éter, cloroformo y benceno. Producen fosfatos y nitratos de solubilidad intermedia en el agua.

La estricnina ha sido muy utilizada en medicina como tónico y estimulante. Administrada en dosis superiores a las terapéuticas, produce sobreexcitación del sistema nervioso central, y en concreto de la médula espinal, y por tanto una exacerbación de los movimientos reflejos, e incluso convulsiones, ante el mínimo estímulo. Estas convulsiones son semejantes a las contracciones características del tétanos en los músculos del tronco y de las extremidades. Cuando se produce la muerte no es por las convulsiones, sino por la parálisis del centro respiratorio cerebral. La estricnina se emplea con frecuencia como veneno contra ratas y alimañas.

#### 4.1.17. Fluoruros

Los fluoruros son compuestos del elemento flúor, un gas verde amarillento altamente reactivo. El gas fluoruro de hidrógeno y el ácido fluorhídrico son sustancias extremadamente peligrosas, cuyo contacto produce quemaduras graves, irritación en los ojos y daños respiratorios si son inhalados. Estas sustancias se encuentran únicamente en las industrias, aunque a veces son utilizadas en desoxidantes. El fluoruro de sodio es el compuesto que se utiliza para tratar aguas. También se encuentra en tabletas, líquidos, enjuagues, gel, pastas de dientes y pastillas para la prevención de caries. Las pastas de dientes también contienen fluoruros en forma de fluoruro de estaño o el monofluorofosfato de sodio, que es más común.

Casi toda la exposición a los fluoruros proviene del agua potable (entre el 75 y el 90% de la ingestión diaria), y el resto se deriva de los alimentos. En zonas donde el agua llega al límite federal de los fluoruros, y en el caso de bebés y niños (que consumen más líquidos que los adultos en proporción a su peso), la contribución del agua potable es de casi el 100%. Sin embargo, conforme aumenta la fluorización del agua, los alimentos procesados con agua fluorizada aumentan su proporción de fluoruros, y por tanto se eleva la contribución de fluoruros ingerida por alimentos. Algunos científicos han sugerido que este incremento en la exposición a los fluoruros significa que puede reducirse el nivel de fluoruros en el agua sin detrimento para los beneficios contra la caries.

Los fluoruros ocurren de modo natural en el agua potable, y sus concentraciones dependen de la geología local.

En los niños hay exposición al flúor por tragar pequeñas cantidades de pasta dentífrica al lavarse los dientes y al tragar enjuague bucal fluorizado. Los bebés reciben altas exposiciones mediante fórmulas lácteas con altos niveles de fluoruros.

Cada una de estas exposiciones diarias, por sí sola, puede desembocar en un consume excesivo de flúor. Las plantas de te acumulan de modo natural los fluoruros del suelo, y beber grandes cantidades de te aumenta la ingestión de éstos y de hecho, los únicos casos documentados en Estados Unidos acerca de efectos graves de los fluoruros en la salud son de dos personas que bebieron grandes cantidades de te durante varias décadas, hecho con agua que contenía niveles naturales de fluoruros extremadamente altos.

Sin lugar a dudas, la ingestión de pequeñas cantidades, y dentro de lo recomendado, proporciona protección parcial contra las picaduras de dientes (caries dental). También hay evidencias de que dosis pequeñas de fluoruros pueden estimular el crecimiento de los huesos en pacientes con osteoporosis. Los estudios más recientes demuestran que, desde 1980, la caries declinó 36% en los niños, y que la mitad no ha sufrido de caries. Estos resultados se atribuyen a un mayor use de los fluoruros en el agua, a las pastas de dientes y los enjuagues bucales. La fluorización óptima del agua proporciona un margen de protección de entre el 50 y el 60% contra la caries dental. Los programas escolares de fluorización del agua, los suplementos de fluoruros y el uso de sal fluorizada proporcionan un margen similar de protección. Los tratamientos cotidianos, como cepillarse los dientes con una pasta dental fluorizada, usar una vez por semana un enjuague bucal fluorizado y las fórmulas aplicadas por dentistas, reducen las caries en un 25 o 35%. La mejor protección es una combinación de tratamientos orales (sistémicos) y cotidianos. Pero la Organización Mundial de la Salud opina que no hay justificación para usar más de una medida sistémica, y que si existe un programa sistémico óptimo, sólo debe usarse una aplicación tópica.

Pero, ¿qué hay acerca de los daños potenciales a la salud causados por los

fluoruros? Hay reportes de intoxicación aguda por tragar accidentalmente grandes cantidades de fluoruros y por la mala operación de equipos de fluorización de aguas. Los síntomas son dolencias gastrointestinales, náusea y vómitos. Si las cantidades son muy grandes, pueden causar la muerte (se considera que entre 5 y 10 gramos son una dosis letal para un adulto). Una exposición a largo plazo de altos niveles de fluoruros en el agua potable puede causar una seria condición llamada fluorosis esquelética grave, o fluorosis incapacitante. En esta enfermedad, los fluoruros provocan la formación de depósitos anormales en los huesos, lo que causa dolores intensos en las articulaciones y, finalmente, la incapacidad. Pero esta condición se desarrolla luego de décadas de tomar agua cuya concentración de fluoruros es muy superior al límite legal.

Las manchas dentales (fluorosis dental) son el efecto más común de los fluoruros. En la infancia, cuando se forma el esmalte de los dientes antes de que salgan, la exposición a un exceso de fluoruros puede causar manchas o franjas en la superficie del esmalte. La fluorosis dental leve se caracteriza por áreas blancas y opacas en los dientes; si es grave, aparece como manchas cafés y picaduras graves. Se piensa que la fluorosis dental leve o moderada no altera la fuerza o longevidad de los dientes y más bien se considera un efecto cosmético. No se ha demostrado hasta la fecha que aun la fluorosis dental grave acelere en los humanos el desgaste del esmalte de los dientes, aunque se ha observado en ganado que abreva en agua altamente fluorizada.

El grado de fluorosis dental depende del nivel de exposición a los fluoruros hasta la edad de 8 años.

No existe una evidencia válida y generalmente aceptado de que los fluoruros causen cáncer, defectos congénitos o daños genéticos. Una revisión llevada a cabo

por el *U.S. Public Health Service* (Servicio Público de Salud de Estados Unidos) de 50 estudios epidemiológicos realizados en humanos y animales concluyó que no hay evidencia de que los fluoruros causen cáncer en humanos. Esta reseña fue realizada luego de que un estudio del programa nacional toxicológico de Estados Unidos demostró que cuatro ratas machos alimentadas con altas dosis de fluoruros durante sus vidas desarrollaron una forma poco común de cáncer en los huesos.

Así, la sobreexposición al fluoruro durante la infancia, junto con la posibilidad de manchado de los dientes, puede evitarse si se limita la ingestión adicional de fluoruros. Si el abastecimiento de aguas potables está fluorizado, no deben darse complementos fluorizados a los bebés alimentados con biberón. Se recomienda que los niños pequeños reciban cantidades de pasta dentífrica del tamaño de un chícharo, e instruirlos para que no la traguen, además de cepillarse los dientes bajo la supervisión de un adulto. No debe darse enjuague bucal fluorizado a niños menores de seis años, pues podrían tragarlo.

#### **4.1.18. Formaldehído**

El formaldehído es uno de los 50 compuestos químicos que más se producen en Estados Unidos, en términos de peso. Este compuesto se utiliza para productos de consumo tan diversos como teléfonos de plástico moldeado, platos, corcho sintético, triplay, colchones de hule espuma, aislantes para construcción, cosméticos y medicamentos. También se utiliza como conservador, líquido para embalsamar, fumigante y desinfectante. Además, es un producto natural de la combustión del tabaco, el humo de la madera, los escapes de automóviles y las emisiones de incineradores y plantas eléctricas. El formaldehído es también un producto metabólico normal de las

células vivas. En pocas palabras, ya sea de modo natural o artificial, el formaldehído esta virtualmente en todas partes, incluso en lugares sorprendentes. Un estudio reciente en Europa reporto que había niveles significativos de formaldehído en incubadoras para bebés prematuros.

Hasta hace poco, los efectos tóxicos e irritantes del formaldehído eran considerados como un problema de los trabajadores que estaban directamente expuestos a este compuesto. Pero el interés por conservar energía resulto en prácticas que aumentaron la concentración de formaldehído en lo interiores. Entre estas prácticas se incluye construcción de edificios relativamente herméticos y el uso de aislamiento con espuma de urea-formaldehído. Muchos materiales de construcción emiten cantidades apreciables de formaldehído gaseoso (es decir, se gasifican) durante cinco años, o más después de ser fabricados. En consecuencia, y como lo indican varias estudios de contaminación del aire en interiores, un segmento importante del publico esta expuesto al formaldehído a niveles lo suficientemente altos como para producir síntomas. Hay evidencias de numerosos estudios epidemiológicos y de laboratorio de que el formaldehído provoca cáncer; hay menos certidumbre respecto a otros efectos en la salud debidos a la exposición a largo plazo.

Virtualmente toda la población esta expuesta al formaldehído por su amplia distribución. Las principales vías de exposición en humanos son la inhalación y la absorción por la piel. Los materiales de construcción utilizados en las casas rodantes y en las nuevas casas convencionales se gasifican y liberan formaldehído durante muchos años. La cantidad de formaldehído emitido por materiales de construcción aumenta con la temperatura, como en el invierno, cuando se enciende la calefacción y hay poca ventilación.



El formaldehído esta presente en varias productos de uso común, incluyendo pasta dental, corcho sintético, vacunas, triplay, papel, champú, aislantes de espuma de urea-formaldehído, plásticos, telas de planchado permanente y otros textiles, pinturas, pigmentos, cuero y selladores. Es de por sí asombroso el grado en que se usa el formaldehído en corchos sintéticos y triplay. Estos productos se utilizan en pisos, mostradores, gabinetes, divisiones y muebles, y más del 90% de los muebles hechos y vendidos en Estados Unidos están fabricados con productos de madera comprimida. Además, el formaldehído es también un producto de la combustión incompleta y por lo tanto también se encuentra al aire libre. Pero, en contraste con lo que ocurre en un edificio cerrado, el formaldehído tiene una vida media breve al aire libre, pues se degrada rápidamente al exponerse al sol.

Por otro lado, el formaldehído irrita los ojos a concentraciones típicas del aire de una ciudad como Los Ángeles. A los niveles reportados de contaminación del aire de interiores, causa irritación del sistema respiratorio superior.

Impera una gran controversia respecto a las consecuencias a largo plazo de una exposición prolongada a niveles relativamente bajos de formaldehído, niveles que son típicos de casas rodantes o edificios con aislamiento para conservar energía. Sin embargo, y tras debatir mucho con el Instituto del Formaldehído, la EPA concluyó que este compuesto es un posible cancerígeno humano (grupo B<sub>2</sub>), con base en estudios experimentales y de epidemiología humana. Los estudios epidemiológicos sugieren un aumento en la incidencia de tumores cerebrales, leucemia y cirrosis hepática entre los trabajadores. Las pruebas de laboratorio indican que el formaldehído produce cáncer nasal en ratas y que al parecer produce mutaciones en bacterias, levaduras y en las células de *Drosophila* (mosca de la fruta), mamíferos y humanos. No hay evidencias concluyentes de efectos en la reproducción. Algunos datos indican que los

metabolitos primarios pueden ser tóxicos para el sistema nervioso, pero estos datos son demasiado escasos para extraer de ellos conclusiones.

La exposición aguda al formaldehído puede causar envenenamiento y es letal a niveles que exceden las 100 ppm. Algunos de los síntomas de envenenamiento son: dolor abdominal, ansiedad, irritación en nariz y garganta, depresión del sistema nervioso central, coma, convulsiones, diarrea, dolor de cabeza, náusea, vómito y varios problemas respiratorios, como bronquitis, pulmonía o edema pulmonar. Niveles mas bajos de exposición producen dermatitis, tos y disminución de la capacidad pulmonar. Los síntomas clásicos de exposición a niveles bajos de formaldehído incluyen catarro, garganta irritada, insomnio, dolor de cabeza, fatiga, dificultad para respirar, sinusitis, dolor en el pecho, nausea frecuente y bronquitis. Estos síntomas han ocurrido a niveles tan bajos como 0.05 ppm, nivel que fue propuesto en California como norma de calidad del aire en interiores.

Como métodos de protección y prevención debemos resaltar que de ingerirse formaldehído, debe inducirse vómito y tomar grandes cantidades de agua. La exposición vía ocular o cutánea debe tratarse irrigando inmediatamente los ojos y/o lavando la piel con agua. Para quienes trabajan con este compuesto, se recomienda una ventilación adecuada y ropas protectoras para prevenir la intoxicación. La aplicación de barreras en la superficie (pinturas, lacas o barnices) sobre maderas comprimidas o triplay puede reducir el nivel de emisión de formaldehído. Los estudios de laboratorio indican que los deshumidificadores disminuyen efectivamente la cantidad de formaldehído en interiores. Los niveles de humedad en interiores menores de 35% reducen efectivamente los niveles de formaldehído.

Los consumidores deberán estar enterados de que varia la cantidad de formaldehído emitido por los materiales de construcción. El triplay para uso en

exteriores emite menos formaldehído que el de uso en interiores. El terminado Glitsa (de Suecia) para pisos de madera es notorio por sus altas emisiones de formaldehído, por lo que este acabado está prohibido en muchas zonas. Puede reducirse la exposición eligiendo productos que emiten menos formaldehído, manteniendo una ventilación adecuada y una humedad relativamente baja en hogares donde se usan materiales con mucho formaldehído (como en casas nuevas).

#### **4.1:19. Glutamato Monosódico**

El glutamato monosódico, o GMS, es una sal natural que se encuentra en concentraciones bajas en algas, soya y remolacha azucarera. El GMS refinado se usa para realzar el sabor de ciertos alimentos, en especial carnes rojas, pollo y pescado, procedimiento empleado por la industria de alimentos procesados y los restaurantes asiáticos, particularmente chinos japoneses. Los alimentos procesados y sazonados con GMS son los derivados de carne (salsas, sopas, extractos y platillos preparados), condimentos, conservas, dulces y repostería.

Casi cualquiera que coma alimentos procesados o en restaurantes asiáticos se topa con la sustancia. La mayoría de las quejas de salud asociadas con el GMS provienen de quienes comen en restaurantes chinos. Las sopas y guisos cubiertos con salsas líquidas por lo general contienen las mayores concentraciones de GMS. El arroz usado para el sushi japonés también contiene concentraciones de GMS relativamente altas.

En cuanto a los efectos en la salud, encontramos que en los más susceptibles, el GMS produce una sensación de apretura en la cabeza y rostro, dolor de cabeza o en el pecho, mareo, sudor y entumecimiento. Este malestar se conoce como "síndrome del

restaurante chino", porque en un principio fue asociado con la comida china. En la actualidad sabemos que la causa de estos síntomas es el GMS. Al parecer, un determinado subgrupo (aunque aun no definido) es susceptible al malestar producido por comer GMS. Sin embargo, el malestar podría ser un síntoma de un problema mucho más serio. Se sabe que el GMS eleva de manera significativa los niveles de glutamato en la sangre. El incremento de estos niveles produce en monos un daño cerebral en la región que controla la sed, el hambre, la temperatura corporal y otras actividades automáticas del sistema nervioso. Pero este hallazgo aun esta sujeto a discusión. Algunos investigadores piensan que la degeneración nerviosa asociada con los males de Huntington<sup>49</sup>, Parkinson y Alzheimer se debe a un metabolismo anormal del glutamato. Pero no queda claro si un alto nivel de glutamato produce en humanos daños cerebrales similares a los observados en monos o si el glutamato que circula en la sangre contribuye al progreso de las enfermedades degenerativas mencionadas en los que son más susceptibles a la sustancia. Además, los niveles de glutamato en la sangre tienden a ser mucho mas bajos si el GMS se ingiere con la comida que cuando se administra solo. (En los estudios con animales se administra el GMS disuelto en agua, sin alimentos.)

Sin embargo, John Olney, un importante investigador que durante mas de 20 años estudio varios aspectos de la toxicidad del glutamato, esta convencido que el GMS es nocivo para algunas personas. Le preocupan especialmente los niños y bebes. Olney descubrió que las crías de animales son mucho más susceptibles que los animales adultos al daño cerebral provocado por el glutamato, por lo que concluyo

---

<sup>49</sup> La enfermedad de Huntington es un proceso congénito poco frecuente y para el que no existe tratamiento. Se produce una pérdida paulatina de la función cerebral debida a la muerte de células cerebrales en la región de los ganglios basales y a la pérdida de algunos neurotransmisores que son sustituidos por otros como la dopamina. Los síntomas pueden aparecer a cualquier edad, pero normalmente lo hacen a los treinta o cuarenta años, produciéndose la muerte en un periodo de tiempo que oscila entre 10 y 20 años.

que los bebés y niños también están en peligro por el CMS en los alimentos. Olney también argumenta que los niños corren peligro por el endulzante artificial aspartame porque contiene el aminoácido aspartato que excita al cerebro de un modo similar al glutamato.

#### **4.1.20. Hidróxido de sodio**

Otros nombres: Lejía, sosa cáustica y lejía sódica.

El hidróxido de sodio es una sustancia muy cáustica conocida comúnmente como lejía. Se encuentra en destapadores de tubería y limpiadores de hornos. También se conocen como lejía otros materiales muy corrosivos (hidróxido de potasio, así como carbonatos, óxidos y peróxidos de sodio y potasio). Estas sustancias causan daños similares a los del hidróxido de sodio.

Las exposiciones domésticas más comunes son al destapar desagües o limpiar hornos. Los envenenamientos de niños casi siempre ocurren por un manejo descuidado de los adultos. Como lo señalaron Gosselin y otros, "casi todos los casos reportados de envenenamiento son consecuencia de la irresponsable práctica de guardar soluciones de lejía en recipientes de bebidas al alcance de niños con sed". Los limpiadores de hornos pueden causar daños si la concentración de hidróxido de sodio es mayor que el 5%.

La exposición de niños también puede ser a consecuencia de tragar las pequeñas baterías alcalinas de calculadoras, aparatos de sordera y cámaras. Estas baterías contienen hasta un 45% de hidróxido de sodio y pueden disolverse en contacto con el ácido gástrico. En los hogares de diabéticos, las tabletas que reaccionan con el azúcar de la orina también representan un riesgo de ingestión para

los niños, por su alto contenido de hidróxido de sodio anhidro.

El hidróxido de sodio produce daños graves de corrosión en ojos, piel, membranas mucosas y el canal alimentario (boca, garganta, esófago y estomago). Actúa igual que un agente de limpieza, disolviendo las grasas y proteínas en la superficie de las células, lo que produce la desintegración continua de tejidos.

El daño a los ojos es posiblemente el más grave, que generalmente ocurre por contacto con el líquido o con partículas de polvo. El daño puede ser inmediato: a veces transcurren tan solo dos segundos entre la exposición y el desarrollo de síntomas. En algunos casos puede producirse ceguera total, quemaduras de la cornea, que el párpado se pegue al ojo y otros efectos graves reportados en diversos casos. Se informó de ceguera en la mayoría de los animales de laboratorio expuestos a soluciones diluidas (2%) durante un breve lapso.

Los efectos dérmicos van desde el enrojecimiento e hinchazón a la destrucción de las capas exteriores de la piel, dependiendo de la duración del contacto y la concentración de la solución. Se han reportado daños en piel sana luego de un contacto de una hora a soluciones sumamente diluidas (0.12%). El contacto con el cuero cabelludo puede producir calvicie.

La inhalación de polvo o rocío de hidróxido de sodio produce, en los casos leves, irritación de las membranas mucosas nasales, causando estornudos. En los casos graves, puede dañar el aparato respiratorio y los pulmones (neumonitis química). Los voluntarios sanos expuestos al rocío de limpiadores de horno desarrollaron irritación del aparato respiratorio luego de 2 a 15 minutos.

La ingestión de hidróxido de sodio causa dolor violento en el esófago y estómago, acompañado de corrosión severa de los labios, boca, lengua y garganta. La forma ingerida del hidróxido de sodio determina el lugar y gravedad del daño: el

hidróxido de sodio líquido es más peligroso que el sólido. Este último tiende a adherirse y dañar la boca, garganta y esófago superior, en tanto que el líquido puede viajar hasta el estómago, afectando la totalidad del esófago, estómago e intestino delgado. La muerte es producida por daños gastrointestinales extensivos a partir de la ingestión de hidróxido de sodio líquido, aunque es más común que ocurra una severa estrechez del esófago (constricción). La ingestión de lejía puede desembocar en complicaciones con riesgo de muerte prematura, incluyendo choque, pulmonía, perforación del esófago y hemorragia.

No se han establecido acciones cancerígenas, mutaciones o defectos congénitos del hidróxido de sodio. El cáncer de esófago es más común en gente que ingirió lejía, pero esto parece deberse más al proceso de reparación de tejidos que al compuesto en sí. La exposición a concentraciones que no producen destrucción de tejidos no está asociada con una mayor incidencia de cáncer de esófago. La EPA considera que las evidencias son insuficientes para clasificar al hidróxido de sodio un riesgo carcinógeno.

En cuanto a los rubros de protección y prevención debemos tomar en cuenta los siguientes puntos:

- El contacto con los ojos es el problema más grave y debe tratarse de inmediato. La acción más adecuada es lavar copiosamente con agua durante 5 a 10 minutos, y la pronta atención médica.
- Las salpicaduras en la piel deben tratarse enjuagando y quitando las ropas contaminadas. Si la lejía fue ingerida, acúdase con prontitud al centro de control toxicológico.

Actualmente se debate si se debe neutralizar la lejía administrando un ácido diluido (como el vinagre) o leche. El problema es que el calor liberado por la neutralización puede producir daños. Algunos expertos en la materia dudan que esto signifique un problema, y por ende recomiendan la neutralización.

La seguridad requiere del uso de ropas de protección (lentes, mangas largas y guantes) cuando se usen productos domésticos que contengan hidróxido de sodio. Deben seguirse al pie de la letra las instrucciones en las etiquetas de estos productos y debe haber una ventilación constante. Los derrames son un grave riesgo de resbalarse y por ello deben secarse cuidadosamente. Puede evitarse el riesgo de exposición si se usan destapadores de tubería y limpiadores de hornos que no contienen sustancias cáusticas.

#### 4.1.21. Mercurio

El Mercurio se usa en los termómetros debido a que su coeficiente de dilatación es casi constante (fig.15); la variación del volumen por cada grado de aumento o descenso de temperatura es la misma. Una potente neurotoxina, capaz de causar daños cerebrales graves en fetos y ligeros temblores y perturbaciones emocionales en los adultos expuestos.



**fig. 15** El mercurio es un metal líquido plateado de símbolo Hg (del latín *hydrargyrum*, 'plata líquida'), es un elemento metálico que permanece en estado líquido a temperatura ambiente. Ocupa el lugar 67 en abundancia entre los elementos de la corteza terrestre.

Lester V.  
Bergman/Corbis



El mercurio líquido se evapora de inmediato, de modo que cuando queda expuesto al aire (por ejemplo, cuando un termómetro se rompe y se derrama su contenido, o se rompe una botella en un laboratorio o consultorio dental), puede haber una concentración relativamente alta de vapor de mercurio en el aire. El vapor de mercurio es más peligroso que el mercurio líquido porque puede ser inhalado y el torrente sanguíneo lo absorbe con facilidad.

Además del mercurio puro (líquido o en vapor), también sus compuestos son nocivos. Los compuestos inorgánicos que se usan en las pinturas como agentes antimoho y en baterías no son tóxicos por sí mismos, pero las bacterias los convierten en formas orgánicas mucho más peligrosas, de las cuales el mediato de mercurio es la más conocida e importante. El metilato de mercurio se acumula rápidamente en los peces y se concentra en las cadenas alimentarias acuáticas, llegando a altos niveles en los depredadores mediante el proceso de biomagnificación. El metilato de mercurio también es absorbido fácilmente por la gente que come pescado y durante el embarazo pasa de inmediato por la placenta, exponiendo al feto, y a través de la barrera hematoencefálica hacia el cerebro.

Aunque no tan peligroso como el plomo (otro metal que produce daños en el sistema nervioso) para causar daños extensos, el mercurio es la causa de varios episodios de envenenamiento en el pasado<sup>50</sup>.

La expresión inglesa "*mad as a hatter*" ("tan loco como un sombrerero") proviene de los desórdenes mentales provocados por el mercurio que se utilizaba para procesar el fieltro de los sombreros -lo que cayó en desuso- (fig. 16).

---

<sup>50</sup> HARTE, JOHN ET AL. Op. cit., p. 465.



fig. 16 No es casualidad que Lewis Carroll haya puesto a un sombrero loco en su famosísima novela Alicia en el país de las maravillas. En efecto, en la época en que vivió el autor era muy conocido que muchos artesanos fabricantes de sombreros o talabarteros sufrían de lo que hoy llamaríamos desórdenes neurológicos, pero que en ese momento se les calificaba como dementes o locos. Los pobres sombreroeros fueron víctimas, ni más ni menos, que de una intoxicación crónica por mercurio debida a los compuestos ricos en ese metal que usaban para confeccionar sus sombreros.

En la actualidad se sabe que uno de los sitios de acumulación de mercurio en el cuerpo humano es el cerebro y sus efectos van desde daños en las funciones sensoriales y visuales, hasta defectos en las transmisiones sinápticas (forma en la que el sistema nervioso manda sus señales) y debilidad muscular. El estudio del efecto de los metales pesados no es algo nuevo sino que ha sido objeto de investigación desde épocas ancestrales. En el año 370 a.c., Hipócrates describió por primera vez cólicos abdominales en hombres que extraían metales de las minas. La intoxicación por ingestión de mercurio y arsénico se describió en 387 y 372 a.c. por Theophrastus y Erebus, respectivamente; sin embargo, hasta el día de hoy no se conocen con exactitud todos los mecanismos de acción que conllevan a los metales pesados a tener efectos tóxicos.

La exposición al mercurio depende de su forma, siendo el vapor de mercurio y el metilato de mercurio las formas más probables, puesto que son absorbidas por el cuerpo casi en su totalidad. El metilato de mercurio en el pescado y sus derivados es, con mucho, la mayor fuente de exposición al mercurio (94%), seguida de la inhalación

del vapor de mercurio en el aire (6%). El agua potable tiene una contribución minúscula. Estas cifras son promedios para la gente que no está expuesta a él en sus lugares de trabajo.

Quienes reciben exposiciones superiores a la media de mercurio son principalmente aquellos que gustan de comer pescado. La EPA estipula que quienes comen más de 14 kilogramos de pescado al año están en el grupo de alto riesgo. El pescado de agua dulce tiende a tener niveles ligeramente más altos que el de mar. Las especies de agua dulce propensas a tener las concentraciones más altas son la trucha, el lucio y el róbalo; el camarón, guachinango y lenguado son las especies marinas de consumo más frecuente con los niveles de mercurio más altos.

Geográficamente, el mercurio tiende a distribuirse en las cercanías de las fábricas que lo utilizan, así como en la cercanía de minas, fundidoras, incineradores municipales de desechos sólidos y plantas generadoras que funcionan con combustibles fósiles, puesto que hay residuos de mercurio en minerales y combustibles. El mercurio se utiliza en la fabricación de equipo eléctrico (56%), incluyendo baterías, celdas de mercurio en detectores de humo y lámparas e interruptores de mercurio; en la producción de cloro y sosa cáustica (12%); como agente antimoho en pinturas (10%); en instrumentos industriales y de control (6%) y en otros productos (16%). Los obreros de cualquiera de estas industrias y quienes habitan en sus cercanías pueden estar expuestos a concentraciones de mercurio superiores a la media. En 1986, el consumo total de mercurio en E.U. ascendió a 2 000 toneladas. Las baterías o pilas pueden significar un peligro para los niños si las ingieren, no sólo porque pueden ahogarse, sino también porque el revestimiento de la batería puede disolverse en el ácido del estómago, liberando el mercurio contenido en la pila. Hay dos casos reportados de baterías de mercurio que fueron tragadas, ambos con resultados benignos: en el

primero, el médico logró extraer la batería; en el segundo, fue evacuada.

Los efectos tóxicos del mercurio dependen de su forma química. Las exposiciones leves están caracterizadas por pérdidas de la memoria, temblores, inestabilidad emocional (angustia e irritabilidad), insomnio e inapetencia. En las personas afectadas, el rasgo más prominente de su personalidad es la introversión. A exposiciones moderadas, se observan desórdenes mentales más importantes y perturbaciones motoras, así como afecciones renales. Las exposiciones breves a altos niveles de vapor de mercurio pueden producir daños pulmonares y la muerte. Los efectos más leves del vapor de mercurio parecen revertirse en cuanto la exposición se detiene, y los desórdenes musculares mejoran antes que los mentales. El vapor de mercurio pasa al feto por la placenta, pero hay pocos reportes de efectos prenatales en mujeres embarazadas expuestas. Las evidencias demuestran un mayor índice de abortos espontáneos y otras complicaciones en mujeres embarazadas expuestas a vapores de mercurio como los que hay en consultorios dentales.

El mediato de mercurio es la forma en la que casi todos estamos expuestos. Tiene efectos dramáticos en el sistema nervioso, particularmente en fetos y bebés. Los casos más leves presentan síntomas no específicos, como malestar, visión borrosa y cosquilleo. Por lo general los síntomas aparecen luego de un período de latencia de entre unas cuantas semanas y varios meses, luego de exposiciones crónicas de bajo nivel o una sola exposición aguda a altos niveles. Los casos más graves presentan constricción del campo visual, disminución en la audición, desórdenes en el habla, movimientos temblorosos y andar inestable, demencia y coma, y frecuentemente resultan en la muerte.

Las etapas más sensibles a la intoxicación por metilato de mercurio son la prenatal y la niñez temprana, pues es entonces cuando el cerebro se desarrolla con

más rapidez. Si una mujer embarazada recibe una exposición leve, quizá el bebé sólo sufra retardos en su desarrollo y modestas anormalidades neurológicas. Las exposiciones graves producen efectos dramáticos en el desarrollo, incluyendo la colocación anormal de las estructuras cerebrales y notorias limitaciones en el desarrollo motor y mental (incluyendo parálisis cerebral avanzada, espasmos generalizados, incontinencia, ceguera y poco o ningún desarrollo del habla). Estos efectos son irreversibles. Dos grandes incidentes de intoxicación por mercurio ocurrieron en Japón, en las regiones de la bahía Minamata y el río Niigata, y uno más en Irak. En Japón, los derrames industriales contaminaron peces, principal componente de la dieta del país; en Irak, se utilizó grano contaminado para hacer pan.

Los compuestos inorgánicos de mercurio no son altamente tóxicos porque no se absorben bien y no penetran con facilidad las barreras placentarias o hematoencefálica. Si se consumen varios gramos de compuestos de mercurio, puede sobrevenir la muerte por paro renal, y las dosis menores durante lapsos prolongados pueden resultar en daños renales y neurológicos. Los estudios y las pruebas de laboratorio no han asociado al mercurio con el cáncer. Las pruebas de laboratorio demuestran que el metilato de mercurio es un mutágeno leve.

Así, es uno de los contaminantes más peligrosos por su capacidad de biomagnificación; es decir, sus efectos se acumulan y se transmiten de unas especies biológicas a otras.

Las principales fuentes de contaminación son la natural, debida a los desprendimientos o el desgaste de la corteza terrestre y, la causada por el hombre, también llamada antropogénica, siendo ésta la más abundante del total, en un 75%. El mercurio se utiliza en la industria para la manufactura de equipo eléctrico y científico (baterías, lámparas, termómetros, barómetros, etc.) Su uso en pesticidas,

conservadores de semillas, pinturas y cosméticos se han restringido en algunos países, pero todavía existen muchas compañías que lo ocupan.

Otro uso muy controvertido son las amalgamas dentales, ya que éstas desprenden vapores tóxicos que afectan principalmente a los dentistas y técnicos dentales. La mayor parte de los estudiosos que se han dedicado a analizar este efecto aseguran que la gente común y corriente que tiene amalgamas en los dientes o muelas no está expuesta a ningún riesgo de intoxicación ya que las cantidades de mercurio a las que se expone son mínimas.

Además se han hecho estudios en los que se han medido los niveles de mercurio en la sangre de los trabajadores expuestos al metal, como los fabricantes de termómetros, los técnicos dentales y dentistas; en los resultados se observó que la concentración se observó que la concentración en la mayoría de ellos estaba por debajo de los niveles permisibles en el cuerpo.<sup>51</sup>

Sin embargo existen reportes de varios casos en los que los niveles de mercurio en la sangre de los trabajadores expuestos sí rebasan los límites permisibles. No será raro encontrar dentro de algunos años a un dentista loco como protagonista de algún cuento infantil.

La forma de intoxicación por mercurio más frecuente en las personas que no se encuentran dentro de los grupos de riesgo ocupacionalmente expuestos, es la ingestión de pescado. Esto se debe a que el medio acuático es uno de los más contaminados. Las fábricas lo desechan y se depositan en el sedimento donde las plantas marinas lo absorben. Los organismos herbívoros que se alimentan de ellas a la vez que se contaminan lo transmiten a los peces de la zona y además animales de

<sup>51</sup> El nivel mínimo permisible es de 10 microgramos por litro de mercurio en la sangre. La mayor parte de los trabajadores de esos estudios tenían 3.4 microgramos por litro (un microgramo es igual a 0.000001 gramos).

las cadenas alimenticias acuáticas como lo son las aves y mamíferos marinos. Este fenómeno que se mencionó anteriormente como biomagnificación se debe a que el mercurio que absorben los organismos vivos, ya sean plantas, peces u hombres, no se elimina sino que se va acumulando.

Por otro lado, las primeras investigaciones sobre los niveles de contaminación por mercurio en los nichos acuáticos se enfrentaron a un problema básico: no se conocía una manera confiable de medición para conocer las cantidades existentes del metal. De manera que no se podía llevar a cabo un estudio comparativo de los niveles presentes en esa misma zona en años anteriores.

En un primer acercamiento se intentó medir la concentración de mercurio en el hielo polar sin tener mucho éxito. En la actualidad se han recuperado los problemas señalados al usarse algunos organismos como monitores biológicos. Entre ellos se encuentran las plantas acuáticas que pueden absorber mercurio en un sitio y al ser arrastradas transportarlo a otros, contribuyendo al fenómeno de biomagnificación. Se han hallado depósitos de mercurio en hígado y riñón de mamíferos marinos y en muestras de pelo de osos polares. Otro monitor importante son las plumas de aves marinas, ya que al alimentarse de peces absorben y acumulan el metal por lo que éstas son marcadores excelentes que indican los niveles de contaminación en los mares y lagos.

La ventaja que presentan estos monitores biológicos sobre otros es que existen colecciones de aves disecadas en los museos cuyas plumas son referentes de comparación con los niveles de mercurio que se encuentran en las plumas de aves de la misma especie y zona geográfica colectadas hoy día. Con este tipo de marcadores se ha detectado que en los últimos 50 años se ha dado un incremento considerable en las concentraciones de mercurio en el ambiente acuático.

Con base en sus características toxicológicas, el mercurio se presenta en tres formas: mercurio inorgánico ( $Hg^{+2}$ ) que se encuentra como óxido de mercurio; el mercurio elemental ( $HgO$ ) y el mercurio orgánico o metil-mercurio. El cloruro de mercurio se acumula de manera primordial en el riñón, el sistema nervioso central, así como en el hígado; el mercurio elemental parece ser que presenta menos efectos, pero el metal-mercurio es la forma más tóxica para los seres vivos debido a la gran capacidad que tiene para atravesar membranas celulares, así como las barreras hematoencefálica y placentaria.<sup>52</sup>

A pesar de los efectos tóxicos provocados por este metal pesado, poco es lo que se sabe sobre su mecanismo de acción. Además de sus efectos sobre el sistema nervioso a nivel de metabolismo celular, hay evidencias de que interfiere con la síntesis de proteínas y ácidos nucleicos. Se ha reportado también que se pega a algunas enzimas produciendo daños o muerte celular. Un efecto importante sobre el metabolismo celular es que acelera la frecuencia de divisiones celulares.

En México y en otros países se realizan investigaciones para conocer mejor los efectos tóxicos del mercurio en los organismos vivos a nivel macroscópico, a nivel celular y subcelular. Si se conocen los daños que produce el mercurio será más fácil combatirlos. Sin embargo, siempre es mejor prevenir que lamentar, por lo que en lugar de combatir los efectos nocivos del mercurio, al igual que los de otros metales, lo mejor será tratar de evitar su desecho indiscriminado y la contaminación que provoca en el medio ambiente.

El vapor de mercurio y sus sales solubles en agua corroen las membranas del

---

<sup>52</sup> La barrera hematoencefálica es la que separa la circulación sanguínea que irriga al sistema nervioso del resto del cuerpo y, la barrera placentaria separa la circulación.



organismo. El envenenamiento progresivo, que se da al ingerir durante largos periodos pequeñas cantidades del metal o de sus sales liposolubles, en especial el metilmercurio, llega a provocar daños irreversibles en el cerebro, hígado y riñón.

A causa del aumento de la contaminación del agua, se han encontrado cantidades significativas de mercurio en ciertas especies de peces, creciendo la preocupación por los vertidos incontrolados del metal a las aguas.<sup>53</sup>

#### **4.1.22. Naftaleno**

Posiblemente el naftaleno es mejor conocido como naftalina. Su olor a humedad es familiar para casi todos nosotros. Se usa en el hogar en limpiadores de alfombras, líquido corrector para máquinas de escribir, adhesivos y desodorantes para tazas de baño. El naftaleno es especialmente tóxico en niños.

A temperatura ambiente, el naftaleno es un sólido cristalino de color blanco, aunque a veces es café. Tiene un característico olor a humedad. Se derrite si se deja al sol y se vaporiza con facilidad cuando hace calor. El naftaleno puro puede ser explosivo en concentraciones altas.

La inhalación es la vía más común de exposición crónica tanto en los hogares como en las industrias. Pero la forma más tóxica del naftaleno es cuando se ingiere accidentalmente o hay contacto prolongado con la piel.

El naftaleno usado en bolas de naftalina o como desodorante de tazas de baño es un veneno doméstico común. Se usa industrialmente como materia prima de otros compuestos, incluyendo tintes, resinas sintéticas, negro de carbón, solventes,

---

<sup>53</sup> "Mercurio (elemento)." Biblioteca de Consulta Microsoft © Encarta © 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation. R.D.

lubricantes y combustibles.

Irrita los ojos si la exposición proviene del aire. Puede producir náusea, vómito y desorientación si el compuesto es inhalado prolongadamente. La ingestión accidental de naftaleno también produce náusea, vómito y desorientación. La exposición demasiado continua puede alterar el funcionamiento renal e iniciar la formación de cataratas. El naftaleno puede producir en la piel reacciones alérgicas caracterizadas por la dermatitis.

En las personas más sensibles, el naftaleno absorbido puede causar perturbaciones retardadas en los glóbulos rojos. Además de los síntomas típicos de la exposición, estos individuos también sufren de dolor de cabeza, confusión, excitación o letargo, sudor e irritación en la vejiga. Los bebés son especialmente sensibles a la intoxicación con naftaleno, al igual de quienes tienen deficiencia de glucosa-6-fosfato deshidrogenada (G6FD) (que sufren unos 100 millones de personas en todo el mundo).

#### **4.1.2. Nicotina**

La nicotina es una peligrosa droga e insecticida que se encuentra de modo natural en las hojas de tabaco. En 1690 se utilizaron por primera vez las infusiones de tabaco como insecticida. Aunque en la actualidad raramente se utiliza como insecticida, la nicotina aun esta considerada como potente y efectiva en comparación con los insecticidas sintéticos modernos. A veces se utiliza para curtir cueros y como tranquilizante para animales.

La nicotina es el ingrediente activo en los cigarrillos aunque, de la combustión del tabaco se emiten otros compuestos tóxicos (fig. 17). La nicotina también esta

contenida en varias clases de chicle y tabletas para dejar de fumar.

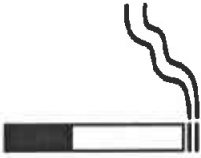


fig. 17 Aunque esta presente en el humo de cigarrillo exhalado, la cantidad de nicotina recibida por la gente que respira aire con humo es menor que la inhalada por los fumadores.

La nicotina pura es un líquido aceitoso de color amarillento, con un ligero olor a pescado. Se pone café al contacto con la luz o el aire. Esta químicamente relacionada con drogas como la cafeína, cocaína, morfina, quinina y estricnina.

El tabaco es la más común de las exposiciones a la nicotina. Quienes fuman, mascan tabaco, trabajan con hojas de esta planta o usan insecticidas con nicotina pueden recibir dosis altas de nicotina. Los niños que comen tabaco pueden recibir dosis significativas de nicotina. También puede haber exposición cuando se rocían soluciones de nicotina en plantaciones de verdura poco antes de la cosecha.

La nicotina es un veneno potente y de acción rápida. Se absorbe fácilmente en el cuerpo luego de inhalarse, ingerirse o estar en contacto con la piel. La nicotina puede ser absorbida en el cuerpo desde las hojas verdes de tabaco, produciendo una enfermedad llamada mal de tabaco verde, que produce palidez, vómito y fuertes cólicos que disminuyen en cuanto se interrumpe la exposición a las hojas verdes.

Dosis pequeñas de nicotina pueden causar náusea, vómito, diarrea, dolor de cabeza, sudación, salivación, mareo y estimulaciones neurológicas. En dosis grandes, la nicotina produce convulsiones y ritmo cardiaco irregular. Las dosis grandes también pueden provocar la muerte en unos cuantos minutos, pero es difícil administrar al cuerpo cantidades letales de nicotina mediante la exposición al tabaco, porque la gente que recibe dosis masivas de tabaco generalmente se enferma demasiado como

para continuar la exposición. Sin embargo, es posible que los niños muy pequeños reciban dosis fatales de nicotina si comen cigarrillos u otros productos que contengan nicotina. Los fumadores desarrollan tolerancia a los efectos de la nicotina, y los bebedores tienden a eliminarla de sus cuerpos más rápidamente que los no bebedores. Se sabe que la nicotina produce defectos congénitos en ratones, pero no se ha demostrado este efecto en humanos.

#### **4.1.24. Níquel**

El níquel es un metal plateado que existe naturalmente y que se utiliza en una gran variedad de productos industriales y para el consumidor. El efecto más importante del níquel sobre la población general es una reacción cutánea llamada dermatitis por contacto con níquel. El polvo de níquel de las refinerías puede causar cáncer pulmonar, nasal o en la garganta. No se cree que sea peligroso el níquel en el agua o alimentos; de hecho, hay algunas evidencias de que se necesita una cierta cantidad de níquel para la salud. Sin embargo, debido a que en ciertas circunstancias el níquel es cancerígeno, su potencial para causar cáncer al ingerirlo es incierto.

La mayor exposición de la población general al níquel son los alimentos (aproximadamente el 90% de la ingestión total), pero no se piensa que el níquel ingerido sea un riesgo para la salud, principalmente porque los humanos desarrollaron modos eficientes para evitar que el aparato gastrointestinal lo absorba. Las exposiciones que producen los daños más graves son el contacto de productos de níquel con la piel de aquellos que son sensibles a él y la inhalación de compuestos de níquel por los obreros industriales. Este elemento también se halla en el tabaco y por consiguiente en el humo del tabaco; lo inhalan tanto los fumadores como quienes

están cerca de ellos. Es posible que el níquel este en el tabaco en forma del peligroso carbonilo de níquel.

Como el níquel se usa en monedas y en cientos de productos más (incluyendo botones, cierres, joyería, utensilios para la cocina de acero inoxidable, aparatos, llaves y tubos), no es difícil entrar en contacto con él. Para quienes son sensibles, ya sea por una historia familiar de reacciones cutáneas o por sensibilizarse desde temprana edad, usar monedas o productos de níquel puede producir dermatitis por contacto. Los peinadores también están altamente expuestos por el níquel presente en champús y fijadores para el pelo.

Los efectos en la salud más graves de exposición al níquel son el cáncer pulmonar, de los conductos nasales y la laringe, pero estos posiblemente están limitados a las exposiciones laborales.

Los estudios en animales han proporcionado evidencias sólidas de que el níquel produce cáncer, pero en los estudios en humanos las evidencias son limitadas. Con base en todas las informaciones existentes, la EPA y la Agencia Internacional para la Investigación del cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) concluyeron que el subsulfuro de níquel produce cáncer en humanos.

La IARC señala además que otras formas de níquel posiblemente causen cáncer en los humanos. La EPA clasificó al subsulfuro de níquel, el carbonilo de níquel y el polvo de níquel de las refinерías como cancerígenos humanos.

La dermatitis por contacto con el níquel un tipo de eccema o salpullido, es el efecto en la salud más común. Se calcula que entre el 2.5 y el 5% de la población es sensible al níquel. El salpullido se caracteriza por enrojecimiento, comezón y pequeñas ampollas. Las mujeres son más sensibles que los hombres, tal vez porque están más expuestas a artículos domésticos que contienen níquel. La reacción puede producirse

por contacto con objetos tan comunes como monedas, joyería, herramientas, utensilios de cocina, artículos de acero inoxidable y pinzas para ropa. Una historia familiar de sensibilidad al níquel, y una exposición temprana a objetos de níquel (por ejemplo, aretes en adolescentes), son factores de riesgo para esta condición. Los implantes médicos como articulaciones artificiales también pueden producir reacciones en individuos sensibles. Esta condición puede agravarse por niveles relativamente altos de níquel en la dieta, en tanto que puede mejorarse con dietas que restringen el metal.

Las personas sensibles al níquel que desarrollan reacciones cutáneas deben reducir su contacto con acero inoxidable, joyería, artículos de cocina, botones, cierres, etcétera. También debe discontinuarse el uso de cosméticos que contengan níquel. Reducir la cantidad de níquel consumida en los alimentos puede ayudar a disminuir las reacciones en la piel. Esto puede hacerse al reducir los alimentos de mayor contenido de níquel.

En las cercanías de fundidoras hay niveles de níquel relativamente altos, así como cerca de incineradores municipales de desechos sólidos y refinerías de níquel. No debe permitirse que los niños jueguen cerca o contra el viento de estos lugares.

En general, el níquel presenta pocos problemas ambientales. Las concentraciones en el agua están por debajo de los niveles tóxicos para la vida acuática. Sólo ocasionalmente, y por periodos breves, se han medido concentraciones más altas. Los invertebrados y algas de agua dulce son más sensibles que los peces de agua dulce, que a su vez son más sensibles que las especies de agua salada. El níquel puede acumularse en las cadenas alimentarias acuáticas, y se han reportado factores de biomagnificación que en algas pueden ascender hasta entre 2 000 y 40 000, y 40 en peces de agua dulce. La vida vegetal en las cercanías de fundidoras y refinerías de níquel frecuentemente queda dañada o

destruida, pero el níquel es solo una de muchas sustancias emitidas por estas industrias y aun no se sabe con certeza cual es el impacto que produce el níquel por sí solo.

#### **4.1.25. Nitratos, nitritos y nitrosaminas**

Los nitratos y nitritos son sales que se añaden a alimentos en conserva como protección contra el botulismo. Los nitratos también ocurren de modo natural en ciertos suministros de agua y tienen usos muy importantes como fertilizantes inorgánicos. Los nitratos se transforman en nitritos en el cuerpo humano, donde los niveles excesivos pueden provocar una condición en que la sangre pierde su capacidad normal para transferir oxígeno. Esta condición puede ser fatal en bebés. Los nitritos también reaccionan en el estómago con otros componentes de alimentos para formar nitrosaminas, que son potentes cancerígenos. Como los nitratos, nitritos y nitrosaminas componen un riesgo interrelacionado, se trataran en conjunto.

Durante más de 3 000 años se han salado las carnes y pescados para preservar sus cualidades estéticas y nutritivas. Los nitratos se añaden a las salmueras para preservar el color de la comida y para evitar el crecimiento de las bacterias que producen el botulismo, una enfermedad transmitida por los alimentos. El botulismo es considerado generalmente como la más grave enfermedad transmitida por los alimentos, que puede ser fatal y que es producida por microorganismos. Esta enfermedad es causada por una toxina que es liberada en la comida por la bacteria *Clostridium botulinum*. La toxina afecta al sistema nervioso y finalmente produce parálisis. En la última década se ha reportado un promedio de 40 casos por año en Estados Unidos, de los que han sido fatales 5 casos por año. Generalmente los síntomas se producen entre 18 y 36 horas

después de la ingestión, aunque el periodo de inducción puede variar entre las 2 horas y los 14 días. Los síntomas se inician con perturbaciones gastrointestinales como náusea, diarrea y vómito, seguidos de síntomas neurológicos de mareo, visión borrosa, deterioro respiratorio y parálisis muscular progresiva.

En los años veinte y treinta, los científicos descubrieron que son los nitritos, y no los nitratos, los que favorecen el desarrollo de *Clostridium Botulinum*, y que los nitratos añadidos a los alimentos son transformados en nitritos por la acción de bacterias que habitan normalmente en los alimentos y que son inofensivas. Los nitratos, pues, actúan únicamente como origen de los nitritos. Con base en esto, fue posible reducir los niveles de nitrato que se añadía a los alimentos. Sin embargo, aun se siguen añadiendo algunos nitratos porque los nitritos se degradan cuando la comida se almacena y los nitratos reemplazan a los nitritos perdidos.

Los nitratos son parte del ciclo natural de los seres vivos; se forman por la degradación normal de la materia orgánica y son absorbidos por las plantas durante su crecimiento. Bajo ciertas condiciones, los nitratos pueden acumularse en el ambiente, como cuando la absorción natural es más lenta que la degradación. En tales situaciones, el exceso de nitrato se acumula en el suelo y puede derramarse en lagos y ríos o filtrarse a los mantos acuíferos subterráneos, provocando de modo natural concentraciones elevadas.

La actividad humana también afecta en gran medida la presencia de nitratos. Los fertilizantes de nitrógeno aplicados a suelos agrícolas y desechos de animales de granjas y pastizales a veces elevan dramáticamente los niveles de nitratos en las zonas granjeras. Por ejemplo, las aguas de pozos de estos lugares pueden contener altos niveles de nitratos debido al uso de fertilizantes. Frecuentemente las descargas de aguas municipales y de industrias urbanas elevan los niveles de nitrato en las



aguas de ciertas regiones. Además, ahora se piensa que la contaminación del aire es la responsable de un incremento significativa de los nitratos en los ríos de Estados Unidos, especialmente en el Medio Oeste y el Este, como resultado de la conversión en la atmósfera de los óxidos nítricos en nitratos, que subsiguientemente caen en las lluvias sobre grandes zonas del país. Los niveles de nitrato en los suministros de agua potable están reglamentados. Se calcula que menos del 1% de las personas que reciben el servicio de estos sistemas consumen agua con más del límite permitido de 10 miligramos por litro.

Como los nitratos son un alimento natural de las plantas, todo vegetal los contiene, incluyendo los cultivos de alimentos y tabaco. Es sorprendente que la principal exposición de la persona común a los nitratos provenga de las verduras. Estas representan un 87% del consume de nitratos del estadounidense medio que come una dieta típica; las frutas y jugos contribuyen con un 6%, el agua con un 3%, y las carnes encurtidas con un 2%. Estas proporciones son distintas para quienes vivan en lugares donde los niveles de nitratos en el agua potable son mayores que el promedio, para los que consumen una dieta rica en carnes encurtidas y para los vegetarianos (para quienes los nitratos en las verduras pueden representar casi el 100% de su consume total de nitratos). Algunas de las verduras con los niveles de nitrato más altos son apio, betabel, espinaca, lechuga, nabo, perejil y rábano.

Los nitritos, en contraste con los nitratos, no se encuentran de modo natural en el ambiente en niveles significativos. Sin embargo, los nitritos se forman de los nitratos por acción de bacterias. Por ejemplo, cuando las verduras son almacenadas, se reducen sus niveles de nitrato y se elevan los de nitrito. La exposición humana más importante a los nitritos es la producción bacteriana de nitritos a partir de los nitratos en el cuerpo humano, un interesante proceso natural.

Los nitratos (principalmente en vegetales) son digeridos y luego absorbidos por el aparato gastrointestinal. Una cuarta parte de los nitratos absorbidos son transportados por la sangre a las glándulas salivales, donde son liberados en la saliva. Aproximadamente una quinta parte de los nitratos liberados son convertidos en nitritos por las bacterias en la boca y luego son tragados. El resultado neto es que el 5% de los nitratos ingeridos se convierten en nitritos, más peligrosos, y la exposición no ocurre cuando los alimentos son ingeridos, sino unos minutos des-pues, en la saliva que contiene nitritos. Como las verduras son la fuente principal de nitratos del cuerpo, son también el origen principal de los nitritos mediante la vía de conversión anteriormente descrita. Para un adulto estadounidense promedio, las verduras contribuyen con un 72% de la exposición total a nitritos, las carnes encurtidas con un 9%, los cereales y productos de panadería con un 7%, las frutas y jugos con un 5%, la carne fresca con un 2% y el agua con un 2%.

Las nitrosaminas son una clase de moléculas complejas orgánicas formadas por la reacción química de nitratos y los grupos nitrogenados (aminas) de ciertas proteínas. La reacción ocurre en el estómago humano a partir de nitritos tragados y proteínas de los alimentos. Las nitrosaminas también se forman cuando se cocinan alimentos que contienen nitritos y proteínas, como el tocino, y cuando se quema tabaco. También pueden hallarse nitrosaminas ya formadas en la cerveza (por la malta), en ciertos cosméticos y medicamentos, en interiores de coches (donde el cuero curtido las libera al aire) y en los medios laborales de ciertas industrias.

Actualmente, los científicos piensan que la producción de nitrosaminas en el estomago representa la mitad de la exposición humana media, y la otra mitad son las nitrosaminas ya formadas en otros lugares. Pero este patrón es sumamente variable y depende de hábitos como el fumar, la dieta, niveles de nitrato en el agua y el tipo de

trabajo. Por ejemplo, los fumadores reciben una exposición a las nitrosaminas aproximadamente ocho veces mayor que la de los no fumadores. La dieta es un factor particularmente importante, porque las verduras contienen inhibidores de la formación de nitrosaminas, además de ser la fuente principal de nitritos. La vitamina C es el mejor inhibidor que se conoce, pero también son efectivos la vitamina E y otros antioxidantes. Una dieta rica en verduras que contienen vitamina C modera la exposición a las nitrosaminas, en tanto que la mayoría de las carnes encurtidas, el agua de alto contenido de nitratos y otras fuentes no contienen estos ingredientes protectores.

La importancia relativa de diversas fuentes de nitrosaminas, dependiendo de la dieta y otros patrones. Debe notarse en esta tabla el porcentaje de la contribución en cada categoría dietética o de estilo de vida y las diferencias relativas de exposiciones totales entre las categorías. Las magnitudes absolutas de exposiciones estimadas para cada categoría dependen mucho de suposiciones y no se debe basar uno en ellas sin consultar el reporte original de la Academia Nacional de las Ciencias.

Los efectos en la salud más preocupantes son la metahemoglobinemia<sup>54</sup> causada por los nitritos y el cáncer causado por las nitrosaminas; por si mismos los nitratos no son particularmente nocivos. La sangre normal contiene un 1% de metahemoglobina. Los nitritos absorbidos por el aparato gastrointestinal reaccionan con la hemoglobina y elevan este nivel. Cuando los niveles de metahemoglobina en la sangre llegan al 10% aparecen síntomas como piel azulada; a niveles de metahemoglobina de 20% se reduce la oxigenación del cerebro; si el nivel llega al 60% se produce estupor, coma y la muerte. Casi todos los casos de metahemoglobinemia

---

<sup>54</sup> La **metahemoglobinemia** es una condición en la que la hemoglobina (proteína que transporta oxígeno) sanguínea normal es convertida en metahemoglobina, una forma que no transporta el oxígeno con eficiencia.

son resultado de tomar agua de pozos con altos niveles de nitratos (100 miligramos por litro), que luego son convertidos en nitritos en el cuerpo.

Casi todos los casos fatales de metahemoglobinemia ocurren en bebés. Estos últimos corren los mayores riesgos por varias razones: 1. el estómago del bebé es menos ácido que el del adulto, lo que permite la conversión bacteriana en nitritos de virtualmente el 100% de los nitratos ingeridos, 2. la hemoglobina de los bebés es más susceptible de ser convertida en metahemoglobina y 3. los bebés consumen diez veces más agua por peso corporal que los adultos. La peor situación ocurre cuando la leche en polvo de los bebés es reconstituida con agua alta en nitratos. En este caso, prácticamente toda la nutrición del bebé es una fuente de nitratos. Otros grupos de alto riesgo son las mujeres embarazadas, cuyos niveles normales de metahemoglobina en la sangre llegan a un máximo de 10% durante la decimotercera semana; los pacientes de cáncer, cuya hemoglobina es especialmente sensible, y otros pacientes con acidez estomacal reducida, como los que reciben tratamiento para las úlceras. Todos estos grupos tienen una alta sensibilidad a la metahemoglobinemia inducida por nitratos. Sin embargo, a excepción de los bebés, la metahemoglobinemia generalmente no es fatal y puede ser tratada sin dejar secuelas.

Las nitrosaminas han sido implicadas en cánceres del estómago, del esófago y de los conductos nasales. La evidencia de las estadísticas humanas es sólida y demuestra asociaciones positivas entre el cáncer y las sustancias que forman las nitrosaminas, pero aun no se considera concluyente. Sin embargo, las evidencias de los laboratorios son muy precisas. De los más de 300 compuestos nitrosos probados (un grupo que incluye a las nitrosaminas), se descubrió que más del 90% son carcinógenas, y además fueron carcinógenas en todas las especies sobre las que se experimentó. Asimismo, se demostró que los humanos son capaces de convertir las

nitrosaminas en el intermediario metabólico capaz de alterar al ADN, el material genético. Con base en la solidez de esta evidencia, la Agenda Internacional para la Investigación del cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) considera a las nitrosaminas como una sustancia que "probablemente" produce cáncer en humanos. El Grupo de Evaluaciones del Cáncer de la EPA colocó a varias nitrosaminas en los 18 primeros lugares de los 54 compuestos clasificados por su potencial de producir cáncer. Fumar añade otro componente al peligro de las nitrosaminas. No solo las nitrosaminas y otros alquitranes cancerígenos están presentes en el humo del tabaco: también hay cianuro. El cianuro es convertido por las bacterias en la saliva en el ión tiocianato, que al tragarse acelera la formación de nitrosaminas en el estómago.

La protección más efectiva contra la metahemoglobinemia es evitar el agua con alta concentración de nitratos. En particular, la leche en polvo para bebés no debe ser reconstituida con esta agua. En caso de que sólo hubiera agua con alta concentración de nitratos, los bebés deberán ser amamantados o debería utilizarse agua embotellada para preparar la leche en polvo. Los suministros de agua potable deben mantener a los nitratos en niveles seguros y notificar si los niveles son peligrosos. Debe ponerse atención a estas notificaciones. Quienes obtienen su agua potable de pozos privados deben probar el agua periódicamente. Si se da la metahemoglobinemia, puede tratarse efectivamente con azul de metileno; si se trata, no quedan secuelas duraderas.

La protección contra las nitrosaminas involucra tres estrategias: la reducción dietética de alimentos y agua que contengan nitratos y nitritos añadidos; incrementar el consumo de frutas y verduras ricas en vitamina C y otros antioxidantes; dejar de fumar. La vitamina C existe en los cítricos y sus jugos, en moras, durazno, melón, verduras verdes de hoja, tomates, pimientos y camote. La vitamina C (también conocida como ácido

ascórbico o ascorbato) ya se añade a algunas marcas de carnes encurtidas y al tocino para contrarrestar los efectos de los nitratos que se agregaron. Revisense las etiquetas de distintas marcas para cerciorarse de que existe este ingrediente. La vitamina E es otro antioxidante que se encuentra en cereales no refinados (de grano completo), germen de trigo, soya, brócoli, col de Bruselas, verduras de hoja, espinaca y aceites vegetales.

Es importante hacer notar que, para ser efectiva, la vitamina C debe estar presente en el estómago en el mismo momento en que ocurre la reacción que forma a la nitrosamina; es decir, mientras que los nitritos y proteínas estén presentes. No tiene caso tomar suplementos de vitamina C una vez al día para protegerse de la formación de nitrosaminas. En vez de ello, deben agregarse a la dieta alimentos ricos en vitamina C. Si se consume una comida que se sabe contiene un alto nivel de nitratos o nitritos (como tocino o salchichas), es prudente servir también jugo de cítricos o cualquier otro alimento rico en vitamina C.

#### **4.1.26. Plomo**

El plomo es un metal industrial común que está ya muy extendido en el aire, agua, suelos y alimentos. Provoca alteraciones graves a la salud aun cuando esté a muy bajos niveles en el cuerpo, incluyendo daños cerebrales irreversibles y daños a los sistemas que forman la sangre.

Hasta la actualidad, los esmaltes de plomo en las vasijas de cerámica y el plomo en el peltre significan un riesgo.

El uso de plomo como aditivo antidetonante de la gasolina provocó un problema de contaminación de proporciones globales. Se piensa que las

concentraciones ambientales antecedentes de plomo, aun en regiones lejanas, son de tres a cinco órdenes de magnitud superiores a las de tiempos prehistóricos. Este enorme incremento en el plomo ambiental elevó las concentraciones de este elemento en la sangre de algunas personas al punto de síntomas clínicos. La adición de pigmentos con base de plomo a las pinturas ha causado la intoxicación de miles de niños en edad preescolar que accidentalmente comieron o inhalaron residuos o polvo provenientes de edificios antiguos con estas pinturas.

La principal fuente de exposición para los humanos adultos son los alimentos, considerados como los que representan el 60% de los niveles en la sangre; la inhalación desde el aire contribuye con 30% y el agua un 10%. Los alimentos enlatados representan una quinta parte del porcentaje y los alimentos no procesados significan las cuatro quintas partes del plomo en la dieta. Este elemento entra a los vegetales cuando estos lo absorben de los suelos, cuando cae en sus hojas desde el aire, al absorberlo del agua usada para cocinar, por la contaminación durante el procesamiento, las soldaduras de las latas o al filtrarse desde materiales de almacenaje.

Otras exposiciones importantes, en el caso de niños preescolares, son el suelo, el polvo y pinturas con base de plomo. Los niños en esta edad pasan mucho tiempo en el suelo, se ponen los dedos en la boca y prueban e ingieren objetos. La ingestión de residuos de pintura con plomo sigue siendo una importante forma de intoxicación por plomo en la niñez.

El plomo es liberado al aire especialmente por la combustión de gasolina y desechos sólidos, y desde la atmósfera se deposita en suelos, plantas y agua (las baterías de plomo, la mayor categoría de uso, tienden a ser recicladas).

A excepción de la cercanía inmediata a las instalaciones mineras, fundidoras y

fábricas, donde las concentraciones son localmente altas, los niveles de plomo en exteriores aumentan de los lugares rurales a los urbanos. Las concentraciones en el agua potable son típicamente bajas, pero casi todas las mediciones fueron tomadas en las plantas de tratamiento de aguas, y no en los lugares de uso. Los tubos con plomo y la soldadura de plomo en las uniones de los sistemas de distribución de agua y las tuberías domésticas pueden liberar este metal. Las recientes evidencias indican que el agua potable es una fuente de ingestión de plomo más importante de lo que se pensaba anteriormente y en algunas instancias podría representar hasta el 40% de la exposición.

En el rubro de salud, el plomo afecta el sistema nervioso humano, la producción de células de la sangre, los riñones, el sistema reproductiva y la conducta. A los niveles típicos a los que los individuos están expuestos normalmente, los afectados son el sistema nervioso y sanguíneo. A menos que sea aguda, los síntomas de intoxicación por plomo son vagos y poco específicos, y pueden asemejarse a otras afecciones. Los síntomas incluyen palidez, vomito, dolor abdominal, estreñimiento, apatía, estupor, inapetencia, irritabilidad y falta de coordinación muscular. Los riesgos de intoxicación por plomo son mayores en los niños y en mujeres embarazadas. Los primeros están expuestos a altos riesgos pues potencialmente pueden ingerir más partículas de plomo y porque los efectos más nocivos se inician cuando los niveles de plomo en la sangre aun son bajos. Las mujeres embarazadas también son de alto riesgo porque el plomo puede cruzar la placenta y dañar el desarrollo del sistema nervioso del feto; el plomo también puede inducir abortos.

Es notablemente pequeño el margen de seguridad entre los niveles comunes de plomo en la sangre y los niveles que producen síntomas clínicos. Las encuestas de plomo en la sangre de los niños muestran que las concentraciones típicas ya están por



encima del nivel en que ocurren cambios en las enzimas de la sangre. En muchos niños, apenas un factor de dos o tres separa el nivel de plomo en la sangre con el nivel necesario para producir anemia y el inicio de deficiencias mentales. Indudablemente esta situación es producto del enorme incremento de plomo ambiental de los últimos dos siglos. Los humanos no evolucionaron en condiciones con tanto plomo, y no están adaptados a él.

#### **4.1.27. Sacarina**

El nombre se deriva de la palabra en latín *sacrum*, que significa azúcar. Este endulzante artificial fue descubierto accidentalmente en 1878 y es el único sustituto del azúcar que se ha usado de manera continua desde hace 80 años. Ya desde un principio se hicieron notar los efectos en la salud de la sacarina. Criticada inicialmente por no tener ningún valor nutritivo, en la actualidad es muy controvertida por su potencial cancerígeno.

La sacarina se utiliza en una gran variedad de alimentos y bebidas endulzadas artificialmente, sobre todo refrescos, frutas procesadas, goma de mascar, gelatinas y salsas comerciales. También viene en presentación de endulzante de mesa en polvo o líquido. Casi todas las marcas comerciales de pasta dentífrica son endulzadas con sacarina, así como enjuagues bucales, lápices labiales y medicamentos.

Se han estudiado extensamente los efectos nocivos de la sacarina en varias clases de animales de laboratorio. No se ha descubierto de modo concluyente que la sacarina produzca cáncer. Se hallaron tumores de vejiga estadísticamente significativos solo en crías macho de ratas cuyas madres fueron alimentadas con sacarina y que a su vez recibieron sacarina desde que nacieron. Actualmente muchos investigadores piensan

que la sacarina no forma tumores, sino que mas bien estimula el crecimiento de los ya existentes. La evidencia de las pruebas a corto plazo indica que la sacarina no produce mutaciones en las células. Varios estudios realizados en grupos de personas que consumen sacarina regularmente no consiguieron detectar una relación entre el cáncer y este endulzante.

Sin embargo, existen algunas incertidumbres respecto a su seguridad. Se demostró que la orina de ratones alimentados con sacarina es mutágena. Además, algunos investigadores piensan que las impurezas asociadas con la fabricación de la sacarina pueden ser cancerígenas. Otros investigadores creen que los niños, especialmente los menores de 10 años, podrían exponerse a riesgos al consumir sacarina, por el largo tiempo que necesitan los canceres para desarrollarse. Otros se preocupan por las mujeres embarazadas que consumen sacarina, debido al incremento en el riesgo de cáncer reportado en ratas que fueron expuestas a la sacarina antes y después del parto.

Aunque la exposición a la sacarina es voluntaria, la mayoría de la gente no sabe que casi todas las marcas de pasta dentífrica están endulzadas con sacarina, así como muchos medicamentos, pero estos últimos son fáciles de evitar. Las etiquetas generalmente indican el endulzante utilizado, en caso de haberse utilizado. También puede consultarse al farmacéutico. La exposición a la sacarina a través de las pastas de dientes, enjuagues bucales y lápices labiales son más difíciles de evitar: esta información rara vez aparece en sus etiquetas. Los padres pueden controlar lo que comen y beben sus hijos. La mayoría de los niños no necesitan consumir sacarina. Trátese de evitar la exposición por medicamentos pediátricos y pastas dentífricas. Las medicinas pediátricas notifican en sus etiquetas si contienen este ingrediente. Pero es difícil encontrar pastas de dientes que no contengan el endulzante.

#### 4.1.28. Sulfitos

Los sulfitos son un grupo de preservativos de alimentos cuyo uso esta permitido para retardar la descomposición y decoloración de varios alimentos y bebidas.

Son añadidos a los alimentos por varias razones: evitar que las frutas y verduras frescas se oscurezcan al contacto con el aire; controlar el crecimiento de bacterias y moho; prevenir la degradación de aceites que podría causar un sabor desagradable, y blanquear papas. No hay forma de discernir a simple vista, o por su olor o sabor, si un alimento contiene sulfito. La única excepción podría ser si el bióxido de azufre estuviera presente a niveles lo suficientemente altos como para ser oído, pero si los alimentos contuvieran esa cantidad de bióxido de azufre, tal vez no serian servidos.

El bióxido de azufre es el ingrediente activo por el que los demás sulfitos son convertidos dentro de los alimentos tratados. El bióxido de azufre es también un contaminante del aire y se describe con mayor detalle en este libro en un artículo dedicado exclusivamente a este compuesto.

Los sulfitos son utilizados en una gran variedad de alimentos. Los que contienen los niveles más altos son las frutas secas, verduras deshidratadas, papas deshidratadas, vinos y ensaladas y papas en restaurantes. La lista de los demás alimentos que podrían contener sulfitos es muy larga: productos de panadería y harinas, bebidas con o sin alcohol, té y café, condimentos y aderezos, sustitutos de productos lácteos, pescados y mariscos frescos o preparados, frutas y sus jugos frescos o procesados, verduras y sus jugos frescos o procesados, gelatinas, productos de granos, salsas, mermeladas y jaleas, nueces y sus productos, bocadillos, sopas, azúcar y salsas dulces, adornos de pastelería y jarabes. Esta lista contiene todas las categorías de alimentos en los que se identificó el uso de sulfitos, pero no implica que

todos los alimentos de estas categorías necesariamente contengan sulfitos. Su propósito es simplemente indicar los productos cuyas etiquetas deben ser leídas por los consumidores, puesto que actualmente se requiere la notificación de sulfitos en todos los productos preparados.

Estos compuestos también se utilizan para preservar ciertas medicinas y para medicamentos de administración intravenosa. Los individuos sensibles pueden reaccionar a cualquiera de estas aplicaciones. El vino siempre contiene sulfitos porque las levaduras que fermentan las uvas los producen inevitablemente. El bióxido de azufre puede aplicarse a las barricas de vino y uvas para controlar el crecimiento de mohos y otros microorganismos. El bióxido de azufre es también un serio contaminante del aire, cuyas concentraciones más altas están cerca de fundidoras y plantas generadoras de electricidad que queman combustibles fósiles.

En quienes son sensibles, los daños en la salud (especialmente asmáticos), pueden serlos una variedad de síntomas que frecuentemente involucran atacan al sistema respiratorio. La gravedad de los síntomas varía de una leve incomodidad a episodios que amenazan la vida, y la muerte. Incluyen el estrechamiento de los conductos respiratorios (bronco constricción), jadeo, dificultad para respirar, náusea, cólico estomacal, diarrea, urticaria, cosquilleo e hinchazón generalizados, picazón, rubor, baja de la presión sanguínea, amoratamiento de la piel, choque y pérdida de la conciencia.

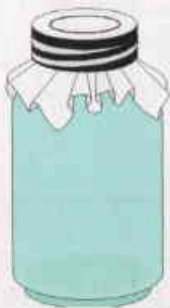
Las reacciones a los sulfitos ocurren especialmente entre asmáticos, que sufren una reacción respiratoria tipo alérgica a varios alimentos, contaminantes del aire y otras presiones ambientales y emocionales. Se calcula que hasta el 10% de la población de asmáticos sufre reacciones a los sulfitos, especialmente los asmáticos que necesitan de esteroides para tratar su condición.

También hay reportes de no asmáticos que reaccionaron a platillos de restaurantes que contienen sulfitos, y los estudios clínicos confirmaron estas reacciones. Actualmente se reconoce que los no asmáticos pueden ser sensibles a los sulfitos, pero no hay información para calcular la fracción de la población general que es sensible; se cree que esta fracción es mucho menor que el 10% calculado para asmáticos.

La exposición prolongada al bióxido de azufre como contaminante del aire puede causar enfermedades respiratorias, que se examinan con mayor detalle en el artículo acerca del bióxido de azufre. Los estudios de exposición crónica a otros sulfitos no han demostrado sus efectos en la salud aunque tales estudios fueron criticados. No se han reportado evidencias de cáncer, pero algunos sistemas de pruebas de laboratorio demostraron que el sulfito libre (no unido a alimentos) puede causar mutaciones del material genético.

#### 4.2. Tipos de residuos domésticos contaminantes

Los productos domésticos de uso cotidiano contribuyen mesurablemente a nuestra exposición diaria a los químicos tóxicos (fig 18).



**fig. 18** Muchos de estos peligros están ocultos, ya que es posible que no existan etiquetas para que el consumidor conozca los riesgos potenciales y los evite. Quizá otros sean de uso seguro, pero pudiera ser que durante su fabricación o después de su eliminación, se liberan químicos tóxicos hacia el aire, agua o el suelo.

Es de suma importancia el hecho de reconocer este peligro ambiental que se relaciona de manera íntima con la utilización de un producto que emite un químico tóxico. A la postre, pueden identificarse cantidades significativas de residuos peligrosos en las viviendas. A continuación exponemos los más comunes (fig. 19).



fig. 19 Productos de limpieza para el hogar. Siempre que usamos o limpiamos los productos asumimos una carga contaminante, situación que muchas veces no podemos evitar.

#### 4.2.1. Limpiadores domésticos

Dentro de este grupo tenemos los productos acompañados de sus componentes peligrosos que se mencionan en la siguiente tabla:

LIMPIADORES DOMÉSTICOS	
TIPO DE PRODUCTO	COMPONENTES PELIGROSOS
Detergentes y suavizantes	Fosfatos
Polvos y lejías	Amoniaco, hipoclorito sódico
Abrillantadores de suelo y muebles	Amoniaco, nitrobenzeno
Productos de limpieza	Amoniaco, hidróxido sódico
Desinfectante	Fenoles, hipoclorito sódico, cresol, alcohol isopropílico
Ambientadores sintéticos	Limoneno, naftaleno, fenol

➤ **Detergentes y suavizantes:** Detergente es el término aplicado a compuestos cuya disolución actúa como agente limpiador de la suciedad y de sustancias en superficies contaminadas. Los constituyentes de los detergentes suelen denominarse agentes de superficie activa o surfactantes, pues actúan sobre una superficie.<sup>55</sup> La adición de un detergente al agua tiene dos efectos: la disolución de detergente disuelve la grasa descubriendo la superficie limpia y el detergente disminuye la tensión superficial del agua.<sup>56</sup> Los tensoactivos de los detergentes disuelven la grasa y facilitan su arrastre en el agua. Sin embargo, una vez en el medio ambiente pueden formar espumas, disminuir la difusión del oxígeno atmosférico y aumentar la toxicidad de algunos compuestos en el agua. Algunos tensoactivos pueden comportarse como alteradores del sistema hormonal. Además los detergentes pueden contener formadores de complejos que disminuyen la dureza del agua mejorando la actividad del detergente —a menudo fosfatos— y por multitud de aditivos.

En los últimos tiempos se ha incrementado la preocupación por los efectos medioambientales perjudiciales de los fosfatos contenidos en los detergentes domésticos. Los detergentes que contienen fosfatos contribuyen a la contaminación del agua, ya que son un medio nutriente para las algas. Si crecieran en exceso, dificultarían la vida acuática de lagos y ríos por la falta del oxígeno.<sup>57</sup> En el caso de los suavizantes, los tensoactivos añadidos a estos pueden cambiar las condiciones

---

<sup>55</sup> "Detergente." Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta © 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation. R.D.

<sup>56</sup> PETRUCCI, RALPH H. Química General. Principios y aplicaciones modernas, séptima edición, Editorial Prentice Hall, España, 1999.

<sup>57</sup> "Ácido fosfórico." Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta © 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos. D.R.

de nuestra piel y favorecer a la aparición de enfermedades cutáneas.

➤ **Lejía y polvos:** Los compuestos clorados como el hipoclorito sódico, que se encuentran en la mayoría de las lejías, emiten vapores tóxicos que irritan las mucosas, pudiendo dañar los pulmones. La lejía quema la piel y es tóxica por ingesta. Una vez en el medio ambiente puede formar sustancias organocloradas. Algunos polvos limpiadores contienen amoníaco (el amoníaco es uno de los productos químicos más útiles que conocemos) y es por eso que no deben ser mezclados con la lejía, pues estos emiten aminos cloradas tóxicas en forma de gases. La lejía y el amoníaco contaminan el agua y destruyen las bacterias beneficiosas que descomponen las aguas residuales. También perjudican los procesos de descomposición que tienen lugar en los tanques sépticos.

➤ **Abrillantadores de suelo y muebles:** Las sustancias químicas tóxicas, como el fenol, contenidas en ciertos abrillantadores pueden producir ciertas erupciones cutáneas, y su ingesta puede provocar convulsiones. El nitrobenzeno, otro ingrediente puede decolorar la piel y desencadenar vómitos. Una vez aplicado, sus residuos pueden seguir emitiendo vapores.

➤ **Productos de limpieza:** De muchos de ellos se desconoce la composición ya que las fórmulas son secretas. Dadas sus múltiples funciones existen infinidad de productos sintéticos en su composición. Muchos de ellos pueden afectar a nuestra salud y al medio ambiente al verterlos por el desagüe.

➤ **Desinfectantes:** Los Desinfectantes son preparaciones con propiedades germicidas y bactericidas, es decir, que eliminan microorganismos patógenos.



Los desinfectantes deben su acción a los ingredientes activos que contienen. Entre los principales tenemos: El fenol, cresol, aceite de pino, Alcohol isopropílico, etc. Los ingredientes activos son complementados emulsificantes y otros ingredientes inertes como el agua, colorantes, fijadores, etc.

➤ **Ambientadores sintéticos:** pueden ser fabricados con sustancias con olores fuertes, como el limoneno, que se cree cancerígeno. El naftaleno o el fenol mezclados con el perfume artificial causan problemas respiratorios y oculares, dolores de cabeza y náuseas.

#### 4.2.2. Mantenimiento de la casa

MANTENIMIENTO DE LA CASA	
TIPO DE PRODUCTO	COMPONENTES PELIGROSOS
Pinturas	Mercurio, plomo, metales pesados
Disolventes	Acetona, fenol, etanol, acetato de etilo, cloruro de etileno, benceno, naftas
Lacas y Barnices	fenol
Pegamentos	Plomo, cadmio, mercurio

➤ **Pinturas:** Las pinturas son líquidos que se solidifican al exponerlos al aire y que se utilizan para cubrir superficies, para decorarlas o protegerlas. Las pinturas se forman mezclando un pigmento (la sustancia que proporciona el color) con un

aglutinante que hace de medio fluido, por ejemplo el aceite de linaza, y que se solidifica al contacto con el aire. La pintura se clasifica en dos categorías básicas: 1) látex [al agua] y 2) al óleo. De las 300 sustancias que se utilizan en las formulaciones, la mitad están consideradas cancerígenas.

La exposición máxima se produce durante la aplicación y secado de las pinturas, aunque la emisión puede continuar durante años. Como componente mayoritario en gran parte de los flujos de los RDP, la pintura es un objetivo importante para el reciclaje y/ o tratamiento. Las alternativas de reciclaje y tratamiento se encuentran sujetas a sus dos categorías (fig. 20).



fig. 20 Algunas de las pinturas látex no son reciclables debido a su mal estado o porque contienen productos peligrosos como mercurio, plomo y otros metales pesados.

❖ **Disolventes:** Son sustancias muy útiles debido a su propiedad de integrar sustancias al estado del solvente, generalmente líquido. El disolvente o el diluyente para pinturas de aceite secante es generalmente el aguarrás (una mezcla de hidrocarburos cíclicos) o una mezcla de hidrocarburos derivados del petróleo que se volatilizan adecuadamente. El disolvente para la mayoría de los aglutinantes sintéticos es un alcohol, una cetona o un éster.<sup>58</sup> Los disolventes se encuentran en

<sup>58</sup>"Pinturas y barnices." Biblioteca de Consulta Microsoft © Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation. R.D.

multitud de formulaciones de pinturas, barnices, productos de limpieza. Son compuestos tóxicos muy volátiles que pueden alcanzar altas concentraciones en lugares mal ventilados.

➤ **Lacas y barnices:** Los barnices son disoluciones transparentes que se producen mediante el calentamiento de un aceite secante, una resina, un secante y un disolvente juntos. Si se aplica como una película delgada, el barniz produce un revestimiento duro y transparente al secarse. Las numerosas variaciones en composición y preparación de los barnices hacen difícil su clasificación. El denominado barniz de alcohol, por ejemplo, es una resina disuelta en un disolvente volátil que no contiene ningún aceite secante. Las lacas son algunos barnices naturales y sintéticos, y en particular los obtenidos de la savia del árbol del barniz, *Rhus verniciflua*, un zumaque japonés que contiene una resina fenólica llamada urushioi. La savia se calienta para eliminar la humedad, y queda un jarabe de color castaño oscuro. Se agregan pigmentos y a veces agentes diluyentes (fig.21).



fig. 21 Las lacas comerciales que se utilizan para pintar objetos metálicos tienen normalmente una base de piroxilina.

El material resultante se aplica sobre madera, metal o artículos de cerámica como una película fina. Cuando se endurece, la capa de laca se pule con un abrasivo

y se aplica otra capa sobre ella. Es frecuente usar más de treinta capas en una pieza fina de laqueado.<sup>59</sup>

➤ **Pegamentos:** Los pegamentos son sustancias que se utilizan para pegar dos o más superficies. La mayoría de los pegamentos forman una unión al rellenar los huecos y fisuras diminutos que existen normalmente en cualquier superficie, aunque sea muy lisa. A su elevada toxicidad se le une el hecho de ser inflamables y contener en algunos casos sustancias como el mercurio, plomo, cadmio que son sumamente contaminantes.

#### 4.2.3. Productos para el jardín /plagas

PRODUCTOS PARA EL JARDÍN / PLAGAS	
TIPO DE PRODUCTO	COMPONENTES PELIGROSOS
Veneno para ratas y ratones	Estricnina, brodifacoum
Insecticidas para hormigas y cucarachas	Organofosforados, carbamatos, piretinas
Collares antipulgas y aerosoles	Carbamatos, piretinas, organofosforados
Herbicidas	Compuestos carbámicos, bipiridílicos, fenoxiacéticos.

<sup>59</sup> Idem.

▼ **Pesticidas:** A nivel mundial se utilizan enormes cantidades de pesticidas en la producción de alimentos, en el control de insectos portadores de enfermedades y plagas domésticas, y de jardín comunes. Los hallazgos científicos recientes con respecto a la seguridad de muchos de los pesticidas actuales han empezado a sugerir la necesidad de una reevaluación de nuestras prácticas habituales con la intención de desarrollar una política más racional. Asimismo, la creciente evidencia muestra que existen métodos alternativos más seguros para el control de plagas que pueden ser eficaces y económicamente ventajosos.

Los pesticidas son químicos tóxicos ( la palabra pesticida significa literalmente 'el que mata las plagas'). De manera específica están diseñados para:

- ★ **Matar insectos (insecticidas).** Aunque la serie de insecticidas disponibles son químicamente diversos, los de uso más frecuente caen dentro de uno de cuatro grupos mayores: los organoclorados, organofosforados, los carbamatos y los botánicos y compuestos sintéticos relacionados. Los insecticidas organoclorados o hidrocarburoclorados<sup>60</sup> son parte de una clase más extensa de hidrocarburos halogenados, que incluyen los bifenilos policlorados (BPC's) y la dioxina, conocidos por problemáticos. El DDT y algunos otros hidrocarburos clorados, como el lindano, aldrin/ dieldrin y el heptacloro, han ganado amplia notoriedad debido a su persistencia en el ambiente, su tendencia a acumularse en los tejidos de organismos vivos y sus efectos adversos en especies que no son blanco.

<sup>60</sup> Los compuestos organoclorados contienen carbono, hidrógeno y cloro; algunos también contienen oxígeno y con menos frecuencia azufre. Hay básicamente dos tipos de hidrocarburos clorados: aquellos que forman estructuras parecidas a anillos y los que existen como cadenas. En la primera categoría están algunos de los pesticidas que se desarrollaron primero, los que se utilizan con mayor frecuencia y los orgánicos sintéticos más notables, como el DDT, clordano y Kepone. Por lo general, los compuestos en forma de cadenas se utilizan como fumigantes y nematocidas.

Una segunda clase de insecticidas, los organofosforados (OF),<sup>61</sup> se han utilizado durante muchas décadas. Por lo general los OF son los pesticidas más tóxicos en forma aguda para los animales vertebrados, como peces, aves reptiles y mamíferos. De hecho, este tipo de insecticidas se asocian con más intoxicaciones humanas que cualquier otro insecticida.

Los carbamatos, una tercera clase de insecticidas, se encuentran entre los pesticidas de mayor uso en el mundo.<sup>62</sup> A pesar de una larga historia de uso, existe poca información de los carbamatos proveniente de estudios animales o de datos en humanos con respecto a su toxicidad a largo plazo, incluyendo su capacidad cancerígena, habilidad para provocar cambios en el ADN, tendencia a causar defectos en el nacimiento y efectos reproductivos como aumento de abortos espontáneos, disminución de la fertilidad y de la esperanza de vida. Sin embargo, se sabe que en presencia de nitratos los carbamatos pueden convertirse en nitrosaminas, que son cancerígenas.

Por último, los fumigantes, un grupo especial de compuestos simples volátiles que existen como gases a temperaturas superiores a 5°C.

Los fumigantes penetran con facilidad en la piel y las membranas que revisten las vías respiratorias y gastrointestinales.

La mayoría de los fumigantes, incluyendo el bromuro de metileno, naftalina, actúan como narcóticos, es decir, inducen el sueño o la inconsciencia. Algunos no son sólo simples narcóticos, sino que también son altamente tóxicos para los humanos, como el dibromuro de etileno (EDB) y el cianuro de hidrógeno.

---

<sup>61</sup> Estructuralmente, los OF son muy diversos, formados por varias estructuras anulares o como cadenas, y contiene algunas combinaciones de fósforo, carbono, hidrógeno, oxígeno y a menudo azufre.

<sup>62</sup> Al igual que otros pesticidas orgánicos complejos, varían bastante en estructura, pero todos contienen nitrógeno, carbono, hidrógeno y oxígeno en diversas cantidades y configuraciones.

- ✦ **Plantas (herbicidas)**
- ✦ **Mohos y otros tipos de hongos (fungicidas)**
- ✦ **Ratas y ratones (raticidas)**
- ✦ **Garrapatas y ácaros (acaricidas)**
- ✦ **Bacterias (bactericidas)**
- ✦ **Gusanos redondos (nematicidas)**
- ✦ **Pájaros (avicidas)**

Debido a su uso extenso y a la manera en que se aplican, los pesticidas se encuentran en todas partes, en el agua para beber, en nuestros alimentos, nuestro aire y nuestros suelos. En resumen, los pesticidas son parte de nuestra vida cotidiana.

Los pesticidas son muy diversos desde un punto de vista químico y funcional. Algunos son tóxicos para una amplia variedad de especies y clases de organismos, por lo cual se denominan agentes de amplio espectro. En contraste, otros son altamente específicos o selectivos, eficaces contra un grupo estrechamente definido de organismos.

Insecticidas, herbicidas, fungicidas y otros más están disponibles en diversas formas como atomizadores líquidos, polvos mezclables con agua, polvos y gránulos. Los productos están diseñados para métodos específicos de aplicación<sup>63</sup>.

✦ **Fertilizantes:** El abuso de los fertilizantes puede ser nocivo para las plantas, los cultivos y el suelo. Además, la lixiviación de los nutrientes puede causar

---

<sup>63</sup> HARTE, JOHN ET AL. Op. cit., pp159-173

contaminación del agua y alteraciones como la eutrofización o desarrollo excesivo de la vegetación.

➔ **Veneno para ratas:** Se utilizan diversos componentes como el carbonato de bario, el fluoruro de sodio (NaF) o la Estricnina que puede producir sobreexcitación del sistema nervioso central, y en concreto de la médula espinal hasta incluso la muerte.

#### 4.2.4. Cosméticos

COSMÉTICOS	
TIPO DE PRODUCTO	COMPONENTES PELIGROSOS
Champú	formaldehídos
Tintes y pinturas para el cabello	Colorante, amoniaco, plomo, fragancias, etanol, alcohol isopropílico, sulfito de sodio
Enjuague bucal	Aerosol, amoniaco, colorante, glicoles, fenoles, formaldehídos
Pasta dental	Amoniaco, etanol, fluor, alcohol, sacarinas
Desodorantes	Clorhidrato de aluminio
Removedor de esmalte	Acetona



➤ **Desodorantes:** Algunos antitranspirantes contienen clorhidrato de aluminio que es un irritante cutáneo.

➤ **Champú:** Algunos pueden contener formaldehído que es un compuesto de carbono, hidrógeno y oxígeno el cual de acuerdo a estudios recientes se ha revelado su naturaleza cancerígena. El anti-caspa contiene sulfuro de selenio, que también es empleado en el tratamiento de acné, eccema (inflamación de la piel, de naturaleza aguda y crónica que presenta lesiones multiformes, húmedas o secas, a menudo acompañada de picor, quemazón y formación de costra), dermatitis seborreica y otras enfermedades de la piel puede provocar irritación y de acuerdo a estudios carcinogenicidad en los animales. El anti-piojos normalmente contiene lindano, que es una sustancia tóxica que incluso se encuentra incluida en la lista de acción prioritaria de OSPAR (Convenio para la Prevención de la Contaminación Marina en el Atlántico Noreste).

➤ **Tintes para cabello:** Un estudio publicado por la revista "*American Journal of Epidemiology*" en el 2004, afirma que muchas de las sustancias incluidas en las tinturas del cabello aumentan el riesgo de un tipo especial de cáncer llamado linfoma no-Hodgkin.

La investigación indicó que en el caso de mujeres que se han teñido el pelo durante 24 años o más se plantea un mayor riesgo de desarrollar ese cáncer que afecta especialmente al sistema linfático.

"Las mujeres que hayan utilizado productos más oscuros para una coloración permanente durante más de 25 años mostraron un mayor riesgo" de cáncer, dijo en

una declaración el investigador Tongzhang Zheng, profesor de epidemiología y salud pública de la Escuela de Medicina de la Universidad de Yale.

Según la Sociedad de Oncología de Estados Unidos, se calcula que para este año en este país el linfoma no-Hodgkin causará la muerte de unas 19 mil personas, la mayoría mujeres.

Por otra parte, añadieron que, en general, el riesgo absoluto de desarrollar linfoma es muy bajo y que, incluso con la duplicación de ese riesgo, es poco probable que una mujer desarrolle ese tipo de cáncer.

Pero, al atacar el sistema linfático, el cáncer también afecta al sistema inmunológico de una persona lo cual es un factor de mayor riesgo para los enfermos de sida y quienes se hayan sometido a un trasplante de órganos.

A todas se les preguntó que tipos de teñidos habían utilizado y desde cuándo.

Los investigadores no descubrieron un mayor peligro en mujeres que comenzaron a usar tintura a partir de 1980 (fig.22).



**fig. 22** Las conclusiones sobre el riesgo de las tinturas para el cabello fueron extraídas de un estudio hecho a 600 mujeres que sufrían el cáncer a las cuales se les comparó con 700 mujeres saludables.

"Esto podría reflejar un cambio en la fórmula de las últimas dos décadas o que quienes utilicen las tinturas se encuentren todavía en un período latente o de inducción", dijeron los científicos en el estudio.

Pero, por otra parte, Zheng señaló que los productos de coloración de las tinturas han sido sometidos a muchos cambios desde 1980, todos ellos para eliminar los carcinógenos.

↘ **Pasta dental:** En general, las pastas de dientes contienen varios ingredientes: un agente esmaltante, un aglutinante, un aromatizante y un líquido que confiere plasticidad. El agente esmaltante utilizado con más frecuencia son las sales de fosfato como el fosfato dicálcico, el pirofosfato cálcico y el metafosfato sódico insoluble. Como aglutinantes se utilizan la goma del tragancanto y derivados de algas marinas o derivados de la celulosa. Para proporcionar a los productos un sabor característico y agradable se emplean una amplia variedad de aceites aromatizantes (fig. 23).



fig. 23 En la mayoría de las pastas se añade sacarina o ciclamato para endulzar, y es frecuente el empleo de ambos. Como medio líquido, casi todas las pastas dentales utilizan glicerina y agua.

↘ **Enjuague Bucal:** Los enjuagues bucales o colutorios son soluciones que se emplean después del cepillado con el fin de eliminar gérmenes y bacterias. Existen diferentes enjuagues cuyo efecto varía en función de su composición. Así, podemos

encontrar colutorios ricos en flúor, para la prevención de la caries, especialmente eficaces durante la calcificación del diente. Otros enjuagues están específicamente indicados para combatir y eliminar la placa bacteriana o la halitosis. Asimismo, muchos enjuagues pueden contener amoniaco, colorantes, glicoles, fenoles, formaldehídos que son perjudiciales tanto para el hombre como para el ambiente cuando son tirados a la basura.

➔ **Removedor de esmalte:** Comúnmente los removedores de esmalte contienen acetona y como sabemos la acetona es un compuesto sintético que también ocurre naturalmente en el medio ambiente. Es un líquido incoloro de olor y sabor fáciles de distinguir. Se evapora fácilmente, es inflamable. El uso frecuente puede provocar que las uñas se sequen y resquebrajen. Concentraciones elevadas pueden irritar los ojos y las membranas mucosas.

#### 4.2.5. Botiquín

BOTIQUÍN	
TIPO DE PRODUCTO	COMPONENTES PELIGROSOS
Antisépticos	Alcohol, bicloruro de mercurio
Jeringas	agentes infecciosos, sangre humana desechada
Gasas	
Vendas	
Medicamentos o fármacos	fenoles

→ **Antisépticos:** Son agentes que previenen la infección. Sustancia o preparado que aleja o destruye microorganismos patógenos. Son antisépticos el alcohol, tintura de yodo, agua oxigenada, etc. (fig. 24). Se han introducido otros muchos antisépticos, entre los cuales los más importantes son el bicloruro de mercurio, el yodo, el ácido bórico, los hipocloritos, el mercurocromo y el mertiolato.



fig. 24 El uso de antisépticos en el cuidado y tratamiento de las heridas fue introducido por el cirujano inglés Joseph Lister en 1865. Basado en los hallazgos del fisiólogo alemán Theodor Schwann y del bioquímico francés Louis Pasteur, Lister desinfectaba las heridas quirúrgicas y accidentales con una solución de ácido carbólico.

→ **Jeringas:** Pueden haber entrado en contacto con agentes infecciosos por lo que se debe tener un manejo adecuado con el fin de prevenir que quienes manejan los residuos se produzcan heridas que faciliten el ingreso de estos agentes a su organismo (fig. 25).



fig. 25 De acuerdo al código CRETIB, en nuestro país las Jeringas son consideradas como residuos biológico - infecciosos.

→ **Gasas / vendas:** Pueden estar impregnados de sangre seca en grandes cantidades, aún cuando presentan un potencial de transmisión de infecciones

menor que el de la sangre líquida, por precaución se han considerado como residuos biológico-infecciosas que requieren manejo adecuado (fig. 26).



**fig. 26 Normalmente tiramos las gasas, las vendas y otros muchos productos de este tipo al bote de basura sin siquiera darnos cuenta de las consecuencias que pueden provocar la inadecuada disposición de éstos.**

→ **Medicamentos:** Los Medicamentos o Fármacos son productos químicos empleados en el tratamiento o prevención de enfermedades.<sup>64</sup> La gran mayoría de los compuestos medicinales se obtienen a partir de los procesos de síntesis en los que intervienen sistemas biológicos, como es el caso de la fabricación de antibióticos, la extracción de los principios activos de plantas medicinales, etc. Sin embargo algunos de los medicamentos que se utilizan en grandes cantidades provienen del petróleo. La aspirina, conocida en todo el mundo, es uno de estos medicamentos. Ésta quita el dolor, baja la temperatura y disminuye la inflamación. Las sulfas y otros analgésicos, como los derivados de la acetanilida, también son productos del petróleo. Es difícil seguir la pista de cuántos provienen de la petroquímica y en cuántos casos, el disolvente como el éter etílico, alcohol etílico y muchos otros sirven como medios para la realización de la síntesis de los

<sup>64</sup> "Fármaco." Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation. D.R.

medicamentos. En consecuencia, la composición de éstos es diversa al igual que sus efectos en el ambiente, por lo que un mal manejo y eliminación de estos compuestos puede provocar consecuencias impredecibles.

#### 4.2.6. Productos para el automóvil

PRODUCTOS PARA EL AUTOMÓVIL	
TIPO DE PRODUCTO	COMPONENTES PELIGROSOS
Gasolina	Óxidos de nitrógeno
Anticongelantes	Etilenglicol
Aceites	Gasolina, sedimentos, metales pesados
Llantas	Aluminio, magnesio

→ **Gasolina:** Los principales contaminantes generados son los óxidos de nitrógeno (NO) se generan en las combustiones de vehículos de motor que los arrojan a la atmósfera a través de los escapes, producen daños a la salud relacionados con el aparato respiratorio (fig. 27).



fig. 27 las emisiones de plomo de muchas gasolinas son peligrosas (entre otros efectos, producen el incremento de la presión sanguínea) se ha intensificado la investigación de nuevas formas de reducir su detonación.

➤ **Anticogelante:** Es la sustancia química que se añade a un líquido para que descienda su punto de solidificación. Evita la congelación de los refrigerantes utilizados en los motores de aviones, coches y tractores, en los agentes derretidores de nieve y descongelantes. El anticogelante ideal debe ser químicamente estable, o corrosivo, miscible con el refrigerante, tener viscosidad y conductividad eléctrica bajas y punto de ebullición alto; debe ser también buen transmisor del calor. Los materiales anticogelantes más utilizados actualmente en los motores de automóviles son el metanol, el etanol y el 1,2-etanodiol (etilenglicol); la mayoría contienen un fosfato, un nitrato u otro agente anticorrosivo.<sup>65</sup>

El metanol es un alcohol y es extremadamente tóxico debido a que si se ingiere es oxidado por una enzima del hígado que lo transforma en formaldehído, el cual ataca a las proteínas del cuerpo. La ingestión de pequeñas cantidades del metanol produce ceguera, ya que las proteínas del ojo son las que primero ataca. Treinta mililitros del metanol puro y provocan la muerte. El etilén-glicol es también severamente tóxico para el organismo humano.

➤ **Aceites:** Normalmente contiene algunos contaminantes por su uso en el motor (Ej. Gasolina, sedimentos y metales pesados). La EPA estima que gran parte de este tipo de aceite se evacua junto con las basuras, se vierte en el suelo y en las alcantarillas.

➤ **Llantas:** Cada vía de fabricación tiene asociada un material y unos procesos de conformado diferentes. De esta manera podemos obtener productos con diferentes

---

<sup>65</sup>"Anticogelante." Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation. R.D.



propiedades físicas según las necesidades que tengamos que afrontar (las llantas de un camión y de un coche deportivo precisan diferentes propiedades).

- ✦ Aluminio. En las últimas décadas han tomado gran protagonismo debido a sus buenas propiedades específicas.
- ✦ Magnesio. El magnesio es el material ideal para aplicaciones donde la ligereza del componente sea prioritaria, ya que tiene la densidad más baja de todos los metales estructurales. La estructura del magnesio es HCP. Como es casi tan ligero como el plástico, el magnesio ofrece la ventaja de una mayor resistencia y rigidez, junto con una, durabilidad, disipación de calor y plena capacidad de reciclaje inherentes. Hay que tomar precauciones especiales al realizar el mecanizado debido a las limitaciones de fluencia de las aleaciones de magnesio. Es importante tener en consideración los efectos causados por el medio ambiente (fig. 28).

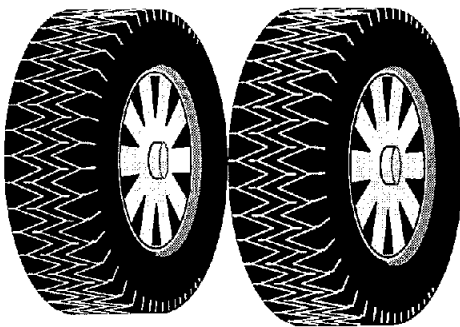


fig. 28 Cuando las llantas son quemadas normalmente al aire libre libeaban derivados del nitrógeno que además de causar graves daños a la atmósfera, también pueden causar problemas respiratorios.

## 4.2.7. Otros

OTROS	
TIPO DE PRODUCTO	COMPONENTES PELIGROSOS
Pilas	Cadmio, Niquel, mercurio
Pañales	PVC, Cloro, TBTs (tributilestaño)
Juguetes	PVC
Limpieza en seco	percloroetileno
Plásticos	Benceno
Envases	PVC, bisfenol-A, ftalatos

➤ **Pilas:** Los tipos de pilas comercializadas actualmente, atendiendo a su formato, se pueden clasificar como:

- Pilas botón.
- Pilas convencionales cilíndricas o prismáticas (recargables o no).
- Baterías de telefonía móvil y de videocámaras no profesionales.

Algunos de los componentes de las pilas no sólo son contaminantes para el medio ambiente (ecotóxicos), sino que son nocivos para el ser humano. Así, la pérdida del electrolito de pilas y acumuladores fuera de uso puede provocar quemaduras en la piel e irritación de las mucosas. La ingestión accidental de una pila botón puede producir la perforación química de las vías digestivas o bloqueo de la glotis o del esófago. Debe considerarse a su vez el riesgo de introducción de una pila en la nariz o en el conducto auditivo o el de explosión de ciertos tipos de pilas a

determinadas temperaturas. Todos estos factores de riesgo se están viendo rápidamente incrementados con la fabricación de dispositivos que necesitan pilas cada vez de menor tamaño. Con el desarrollo de la electrónica y de la robótica el número creciente de pilas en el mercado irá acompañado de normas cada vez más estrictas en cuanto a la fabricación y el manejo de las mismas, así como en lo referente a su posterior eliminación.

➤ **Pañales:** Estos productos de papel y plástico han revolucionado la vieja tarea de cambiar pañales (fig. 29). Pueden estar blanqueados con cloro, el plástico que contiene puede ser PVC y en algunos casos se ha encontrado tributilestaño (TBTs).



fig. 29 Los pañales desechables son un gran negocio. Si en alguna vez se utilizaron sólo para viajar, más del 80% de la multitud de usuarios ahora usa desechables exclusivamente.

Además, los pañales desechables agregan desechos humanos al basurero municipal, que no está diseñado para manejarlos en una forma sana. Por tanto, algunos científicos temen que el agua subterránea pueda llegar a contaminarse con bacterias, virus y otros patógenos.

➔ **Juguetes:** Los niños empiezan a explorar el mundo que les rodea poniendo en sus bocas todo aquello que tienen a su alcance. Al morder o chupar juguetes de PVC blando corren el riesgo de ingerir parte de sus componentes –los plastificantes ftalatos- que se libran del plástico. Se sabe que estos aditivos producen daños en el hígado, riñones y el aparato reproductor de animales de laboratorio. Algunos también pueden actuar como alteradores del sistema endócrino. Recientemente la Unión Europea y el gobierno español han adoptado medidas sobre los juguetes que pudiesen morderse y que están fabricados con vinilo, sin embargo se siguen permitiendo que otros artículos infantiles de PVC permanezcan en el mercado (fig. 30).



fig. 30 Actualmente existe un intenso debate en torno a los juguetes de PVC o vinilo blando. Se plantea si está justificada la adopción de restricciones al PVC, inmediatas o a largo plazo, debido a los peligros potenciales para los niños

➔ **Plásticos:** Dado que los plásticos son relativamente inertes, los productos terminados no representan ningún peligro para el fabricante o el usuario. Sin embargo, se ha demostrado que algunos monómeros utilizados en la fabricación de plásticos producen cáncer (fig. 31). De igual forma, el benceno, una materia prima en la fabricación del nailon, es un carcinógeno. Los problemas de la industria del plástico son similares a los de la industria química en general.



fig. 31 Hay que tener en cuenta que todos los plásticos se fabrican a partir del petróleo y que uno de los plásticos de uso más generalizado, el PVC, produce una elevada contaminación en su fabricación.

La mayoría de los plásticos sintéticos no pueden ser degradados por el entorno. Al contrario que la madera, el papel, las fibras naturales o incluso el metal y el vidrio, no se oxidan ni se descomponen con el tiempo. Se han desarrollado algunos plásticos degradables, pero ninguno ha demostrado ser válido para las condiciones requeridas en la mayoría de los vertederos de basuras. En definitiva, la eliminación de los plásticos representa un problema medioambiental. El método más práctico para solucionar este problema es el reciclaje, que se utiliza, por ejemplo, con las botellas de bebidas gaseosas fabricadas con tereftalato de polietileno. En este caso, el reciclaje es un proceso bastante sencillo. Se están desarrollando soluciones más complejas para el tratamiento de los plásticos mezclados de la basura, que constituyen una parte muy visible, si bien relativamente pequeña, de los residuos sólidos.<sup>66</sup>

→ **Limpieza en seco:** Se basa en la utilización, sobre todo, de percloroetileno. Este compuesto clorado es un disolvente tóxico, volátil, persistente, acumulativo y no biodegradable. Puede afectar al sistema nervioso central. Los trabajadores y

<sup>66</sup> "Plásticos." Biblioteca de Consulta Microsoft © Encarta © 2005. © 1993-2004 D.R.

personas que viven cerca de las tintorerías y que por tanto se encuentran expuestos a esta sustancia, sufren de dolores de cabeza, mareos, vómitos y trastornos nerviosos.

➤ **Envases:** Los envases de productos que nos encontramos en los mercados contienen una gran cantidad de sustancias tóxicas, ya sea como componentes del material de envasado (ejemplo el cloro en el plástico PVC), aditivos (ejemplo, ftalatos utilizados como plastificantes, con efectos estrogénicos pueden pasar a los alimentos) o como componentes de tintas, pinturas, barnices o adhesivos de los envases y de sus etiquetas. El recubrimiento plástico de las latas de conservas suelen llevar como aditivo el bisfenol-A, otro estrógeno artificial.

➤ **Latas:** Son fabricadas a partir del hierro, el zinc, la hojalata y, sobre todo, el aluminio. El aluminio se fabrica a partir de la bauxita, un recurso no renovable, para cuya extracción se están destruyendo kilómetros cuadrados de selva amazónica y otros espacios importantes del planeta. La producción de aluminio genera procesos industriales más contaminantes; para obtener una sola tonelada se necesitan 15 000 kw/h, con medrados impactos ambientales, se producen 5 toneladas de residuos minerales y se emiten gran cantidad de dióxido de azufre y vapores de alquitrán que contaminan la atmósfera y provocan la llamada lluvia ácida (fig. 32).



**fig. 32** Si las latas son enterradas contaminan las aguas superficiales y residuales a causa de los aditivos y metales pesados. Si son incineradas contaminan la atmósfera.

→ **Aparatos eléctricos y electrónicos:** Contienen unas sustancias que confieren a los materiales propiedades de baja inflamabilidad: los pirorretardantes halogenados. Son persistentes, bioacumulativos y presentan una gran cantidad de efectos tóxicos severos. Son contaminantes muy extendidos en el medio urbano y natural. Existen indicios que demuestran que se produce una exposición a estos productos tóxicos cuando se emplean los aparatos que los contienen como televisores y ordenadores. La OMS ordenó su eliminación (fig. 32).



**fig. 33** El aumento de residuos tóxicos en este sector es especialmente preocupante, la gran demanda del producto y su rápida evolución tecnológica, que deja obsoletos en poco tiempo los aparatos.

Debido a lo anteriormente expuesto en el presente capítulo, podemos concluir que los residuos peligrosos domésticos no solo contaminan nuestro medio ambiente sino que también representan un grave peligro para la salud de las personas, ya que ciertos componentes son volátiles y se concentran en cantidades elevadas dentro de nuestro hogar; también el consumidor se encuentra expuesto a estas sustancias tóxicas vía cutánea, por inhalación o ingestión accidental. El principal riesgo se encuentra en la multitud de fuentes de sustancias tóxicas que se manipulan en cantidad y frecuencia indiscriminada, que pueden ocasionar todo tipo de afecciones sobre la salud humana -y el ecosistema en general-, desde efectos inmediatos hasta efectos acumulativos a largo plazo.



**PROPUESTA**

**REGULACIÓN JURÍDICA DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS EN MÉXICO**

Aún cuando en las normas y reglamentos de cualquier país, se excluye de toda responsabilidad al generador de basura domiciliaria, en la década de 1980 y principalmente en la Unión Europea, empezó a identificarse una serie de productos que si bien se han adquirido sin ninguna restricción, al desecharse puede ser la causa de accidentes y contaminación.

Los residuos peligrosos domésticos se han identificado en el flujo de los residuos sólidos municipales, los hemos agrupado (los más comunes) para su identificación en siete categorías expuestas en el siguiente cuadro:

<b>RESIDUOS PELIGROSOS DOMÉSTICOS</b>			
<b>(SUSTANCIAS PELIGROSAS EN EL HOGAR)</b>			
<b>CATEGORÍA DEL RESIDUO</b>	<b>TIPO DE PRODUCTO</b>	<b>COMPONENTES PELIGROSOS</b>	<b>PROPIEDADES PELIGROSAS</b>
<b>LIMPIADORES DOMÉSTICOS</b>	Detergentes y suavizantes	Fosfatos	Tóxico
<b>LIMPIADORES DOMÉSTICOS</b>	Polvos y lejías	Amoniaco, hipoclorito sódico	Inflamable Corrosivo Tóxico
<b>LIMPIADORES DOMÉSTICOS</b>	Abrillantadores de suelo y muebles	Amoniaco, nitrobenceno	Inflamable Tóxico
<b>LIMPIADORES DOMÉSTICOS</b>	Productos de limpieza	Amoniaco, hidróxido sódico	Inflamable

<b>LIMPIADORES DOMÉSTICOS</b>	Desinfectante	Fenoles, hipoclorito sódico, cresol, alcohol isopropílico	Inflamable Corrosivo Tóxico
<b>LIMPIADORES DOMÉSTICOS</b>	Ambientadores sintéticos	Limoneno, naftaleno, fenol	Tóxico
<b>MANTENIMIENTO DE LA CASA</b>	Pinturas	Mercurio, plomo, metales pesados	Tóxico
<b>MANTENIMIENTO DE LA CASA</b>	Disolventes	Acetona, fenol, etanol, acetato de etilo, cloruro de etileno, benceno, naftas	Inflamable Tóxico Reactivo
<b>MANTENIMIENTO DE LA CASA</b>	Lacas y Barnices	fenol	Tóxico
<b>MANTENIMIENTO DE LA CASA</b>	Pegamentos	Plomo, cadmio, mercurio	Tóxico
<b>PRODUCTOS PARA EL JARDÍN / PLAGAS</b>	Veneno para ratas y ratones	Estricnina, brodifacoum	Tóxico
<b>PRODUCTOS PARA EL JARDÍN / PLAGAS</b>	Insecticidas para hormigas y cucarachas	Organofosforados, carbamatos, piretinas	Tóxico
<b>PRODUCTOS PARA EL JARDÍN / PLAGAS</b>	Collares antipulgas y aerosoles	Carbamatos, piretinas, organofosforados	Tóxico

<b>PRODUCTOS PARA EL JARDÍN / PLAGAS</b>	Herbicidas	Compuestos carbámicos, bupiridílicos, fenoxiacéticos.	Tóxico
<b>COSMÉTICOS</b>	Champú	formaldehídos	
<b>COSMÉTICOS</b>	Tintes y pinturas para el cabello	Colorante, amoníaco, plomo, fragancias, etanol, alcohol isopropílico, sulfito de sodio	Inflamable
<b>COSMÉTICOS</b>	Enjuague bucal	Aerosol, amoníaco, colorante, glicoles, fenoles, formaldehídos	Inflamable
<b>COSMÉTICOS</b>	Pasta dental	Amoníaco, etanol, fluor, alcohol, sacarinas	Inflamable
<b>COSMÉTICOS</b>	Desodorantes	Clorhidrato de aluminio	Irritante
<b>COSMÉTICOS</b>	Removedor de esmalte	Acetona	Inflamable
<b>BOTIQUÍN</b>	Antisépticos	Alcohol, bicloruro de mercurio	Inflamable

<b>BOTIQUÍN</b>	Jeringas	agentes infecciosos,	Biológico - infeccioso
<b>BOTIQUÍN</b>	Gasas	agentes infecciosos, sangre humana desechada	Biológico - infeccioso
<b>BOTIQUÍN</b>	Vendas	agentes infecciosos, sangre humana desechada	Biológico - infeccioso
<b>BOTIQUÍN</b>	Medicamentos o fármacos	fenoles	Tóxico
<b>PRODUCTOS PARA EL AUTOMÓVIL</b>	Gasolina	Óxidos de nitrógeno	Tóxico
<b>PRODUCTOS PARA EL AUTOMÓVIL</b>	Anticongelantes	Etilenglicol	Inflamable
<b>PRODUCTOS PARA EL AUTOMÓVIL</b>	Aceites	Gasolina, sedimentos, metales pesados	Tóxico
<b>PRODUCTOS PARA EL AUTOMÓVIL</b>	Llantas	Aluminio, magnesio	Tóxico
<b>OTROS</b>	Pilas	Cadmio, Niquel, mercurio	Tóxico

OTROS	Pañales	PVC, Cloro, TBTs (tributilestaño)	Tóxico
OTROS	Juguetes	PVC	Tóxico
OTROS	Limpieza en seco	percloroetileno	Tóxico
OTROS	Plásticos	Benceno	Inflamable
OTROS	Envases	PVC, bisfenol-A, ftalatos	Tóxico

**Cuadro 1. Residuos Peligrosos Domésticos agrupados en categorías**

Una vez identificada la existencia de residuos peligrosos en los hogares, debemos formular una definición adecuada para este tipo de residuos, ya que en nuestra legislación no existe.

Proponemos las siguientes:

- El fruto del uso generalizado de numerosos productos caseros que contienen sustancias químicas que, cuando se tiran a la basura, inician un ciclo ecológico dañino para el ambiente y la salud.**
  
- Aquellos residuos desechados en las viviendas que constituyen una amenaza porque incluyen una amplia gama de productos considerados como peligrosos, tanto por su toxicidad, como por otras características, entre las que se encuentran las señaladas en el código CRETIB, así como la irritabilidad y capacidad de bioconcentración.**
  
- Los RPD son los materiales desechados en las viviendas que cumplen los**

### **criterios de residuos peligrosos.**

Establecida la definición, se tendría que rechazar entonces, la definición tradicional de basura doméstica, clasificada como no contaminante.

Asimismo, debemos tomar en cuenta las experiencias y legislaciones de otros países que se encuentren avanzados en esta materia, con el fin de adoptar las medidas más pertinentes para la prevención y gestión de estos residuos.

En consecuencia, la mejor opción que se identifica para no generarlos es el adoptar medidas regulatorias y no regulatorias que conduzcan a que no se produzcan y consuman más las sustancias que les confieren las propiedades tóxicas y peligrosas con base en el concepto de que los residuos no son más que la fase final del ciclo de vida de las sustancias que los constituyen.

Lo anterior implica que debe existir una estrecha vinculación entre la regulación de sustancias que son objeto de consumo, y la relativa a los residuos que se generan cuando aquellas se desechan en las actividades de posconsumo.

Con base en lo anteriormente expuesto, la propuesta engloba los siguientes aspectos:

#### **■ Control de la fuente**

El aspecto más importante en la gestión de los RPD es el control de las fuentes. Los objetivos que se persiguen mediante el control de fuentes son:

- ▣ Reducir la cantidad de RPD generados
- ▣ Evitar la evacuación incorrecta de los residuos que se generen

Por tanto, el control de las fuentes se orienta hacia la prevención de los problemas antes de que se produzcan.

### ■ **Establecimiento del criterio de precaución**

Cuando exista peligro de daño grave o irreversible, con el fin de proteger la salud pública y el medio ambiente, la falta de prueba científica absolutas no deberá utilizarse como razón para la postergación de adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente.

### ■ **Fomento del uso de productos y tecnologías más limpias**

### ■ **Dar un especial énfasis a la educación ambiental, en el caso particular de los RPD**

### ■ **Responsabilidad ante el daño**

La introducción de este concepto en las disposiciones de la legislación, consiste en atribuir la responsabilidad de proporcionar una compensación o de restituir a otra persona por el daño que se les haya causado, en este caso por el manejo inadecuado de sustancias y residuos.

### ■ **Establecimiento de un sistema de notificación sobre sustancias de consumo.**

Esto con el fin de evaluar la peligrosidad y riesgos -antes de su comercialización- para determinar si procede o no autorizar su ingreso al mercado.

### ■ **Limitaciones de uso**

### ■ **Incentivos económicos**

- **La eliminación gradual o la prohibición de sustancias tóxicas que representan un riesgo irrazonable y no manejable para el medio ambiente o la salud humana, y las que son tóxicas, persistentes y bioacumulativas, y cuyo uso no puede ser controlado de manera adecuada.**

- **Adopción de requisitos de etiquetado**

Se deben regular los requisitos que deben contener las etiquetas de productos que contengan alguna sustancia peligrosa para advertir los peligros contra la salud y medio ambiente. Asimismo, deberá tomarse en consideración a los niños pequeños, ancianos y personas discapacitadas cuando se elaboren las etiquetas de este tipo de productos.

- **Fomentar la cultura del reuso y reciclado**

- **Fomentar la corresponsabilidad de los consumidores**

La concienciación del público es vital a la hora de proporcionar información a la comunidad sobre las alternativas en la gestión de los RPD. A los ciudadanos hay que informarles sobre que tipos de materiales domésticos son peligrosos, por qué son peligrosos, cómo utilizar materiales no peligrosos en vez de los que sí lo son y como evacuar de forma correcta los residuos peligrosos generados.



## CONCLUSIONES

---

**PRIMERA.-** Las sociedades siempre han generado residuos, sin embargo es hoy cuando las basuras han crecido en forma desorbitada.

**SEGUNDA.-** Los Residuos Peligrosos se han convertido en un grave problema ambiental debido a sus efectos sobre el ser humano y el medio ambiente.

**TERCERA.-** La determinación de la peligrosidad de un residuo se encuentra intrínsecamente relacionada con el denominado Código CRETIB, por lo que si un residuo no excede de los límites establecidos en dicho código no se considerará peligroso.

**CUARTA.-** El volumen de los Residuos Peligrosos ha tenido un desmesurado aumento dando como resultado la imposibilidad de detener tal crecimiento.

**QUINTA.-** Tanto su manejo como disposición se ven limitados y de alguna forma rebasados por la dimensión que en la actualidad tienen los Residuos Peligrosos.

**SEXTA.-** Si bien es cierto que la modernidad y el inminente desarrollo de la industria han traído enormes beneficios a la humanidad, también lo es el hecho de que la industria genera serios problemas ambientales ocasionados por los residuos peligrosos en sus diversos procesos.

**SÉPTIMA.-** Se debe dar a la educación ambiental un lugar relevante en nuestro país, para así crear una conciencia sobre el medio ambiente.

**OCTAVA.-** Los nutrientes de fertilizantes pueden causar un excesivo crecimiento en la vegetación acuática y también puede conducir a condiciones

eutróficas, las cuales causan daño severo a la flora y fauna acuática.

**NOVENA.-** Los pesticidas y fluidos automotrices pueden contaminar y por ende provocar una alteración a las cadenas tróficas, causando con esto efectos trascendentes en la vida salvaje y salud humana.

**DÉCIMA.-** Dentro de los Residuos Peligrosos Domésticos encontramos a las pilas, se podría decir que el problema principal de éstas comienza en el momento de arrojarlas al bote de basura debido a que contienen componentes altamente contaminantes como el mercurio y el cadmio.

**DÉCIMA PRIMERA.-** Al igual que en muchos otros rubros, el comercio y la industria no se han preocupado por el impacto ambiental que puedan causar sus productos.

**DÉCIMA SEGUNDA.-** Muchos de los Residuos Peligrosos Domésticos terminan siendo tirados en la basura con lo que complican los procesos de reciclaje como el compostaje y a la postre, transforman sistemas de tratamiento de residuos, vertederos e incineradoras en grandes emisores de sustancias tóxicas y peligrosas.

**DÉCIMA TERCERA.-** Los Residuos Peligrosos Domésticos debido a sus componentes pueden llegar a producir graves daños a los trabajadores que los manipulan.

**DÉCIMA CUARTA.-** Los riesgos de desechar inapropiadamente residuos peligrosos domésticos algunas veces no son inmediatamente obvios como el caso de los cancerígenos, que solo con el paso del tiempo se revelan los resultados de su peligrosidad.

**DÉCIMA QUINTA.-** Se debe tener en cuenta que muchos de los Residuos peligrosos Domésticos necesitan un tratamiento especial por lo que se debe

descartar como alternativa los vertederos e incineradores.

**DÉCIMA SEXTA.-** Nosotros como consumidores tiramos a la basura, al alcantarillado o simplemente quemamos o arrojamos a terrenos baldíos productos que son por sus características peligrosos. No sólo para la salud pública, este tipo de prácticas son peligrosas sino también para el medio ambiente. Sin embargo, las seguimos realizando sin reparo debido al desconocimiento de que estos productos de uso cotidiano contienen sustancias químicas peligrosas.

**DÉCIMA SÉPTIMA.-** En México, los medicamentos y los productos de limpieza para el hogar predominan como causa de intoxicación en la edad pediátrica constituyendo entre el 58 y 89% de todas las atenciones por envenenamiento que se registran.

**DÉCIMA OCTAVA.-** La contaminación derivada de los Residuos Peligrosos Domésticos no solo afecta al agua sino también puede afectar al aire y al suelo.

**DÉCIMA NOVENA.-** Desafortunadamente, en nuestro país no existe ordenamiento alguno que contemple el rubro de los residuos peligrosos generados en el ámbito doméstico.

**VIGÉSIMA.-** Los ordenamientos inapropiados o inexistentes son parte crucial del problema, lo cual hacen necesaria la revisión y adecuación del marco jurídico en la materia.

## GLOSARIO

---

---

**Abiótico:** Componente no viviente, sin vida.

**Agenda XXI:** Consiste en una serie de programas y subprogramas que en materias ambientales son importantes para el logro del desarrollo sustentable. Contiene cuestiones financieras, institucionales y de transferencia de tecnología.

**Ambiente:** Conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempos determinados.

**Biótico:** Se refiere a los organismos vivos.

**Biodiversidad:** Contracción de la expresión 'diversidad biológica', expresa la variedad o diversidad del mundo biológico. En su sentido más amplio, biodiversidad es casi sinónimo de 'vida sobre la Tierra'. / La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la biodiversidad, entre especies y de los ecosistemas.

**Contaminación:** Impregnación del aire, el agua o el suelo con productos que afectan a la salud del hombre, la calidad de vida o el funcionamiento natural de los ecosistemas / Presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o cualquier combinación de ellos, que dañe la vida o que altere las condiciones naturales de aire, agua o suelo.

**Contaminante:** Toda forma de materia o energía que modifique las condiciones del medio / Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

**Contenedor:** Caja o cilindro móvil en el que se depositan para su transporte residuos peligrosos.

**Desarrollo Sustentable:** Proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de la vida y que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección al ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

**Desequilibrio Ecológico:** Alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que integran al ecosistema, que afectan negativamente al desarrollo de los seres vivos.

**Ecosistema:** Unidad funcional de la ecología formada por el conjunto de todos los organismos vivos y el medio físico en que éstos viven / La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinado.

**Equilibrio Ecológico:** La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y

desarrollo del hombre y además de seres vivos.

**Impacto ambiental:** El efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente. Los efectos pueden ser positivos o negativos y se pueden clasificar en: efectos sociales, efectos económicos, efectos tecnológico-culturales y efectos ecológicos.

**Lixiviado:** Líquido proveniente de los residuos, el cual se forma por reacción, arrastre o percolación y que contiene, disueltos o en suspensión, componentes que se encuentran en los mismos residuos.

**Lixiviación:** El empobrecimiento de materiales constituyentes solubles de la parte superior del suelo por la percolación de aguas descendentes / Fenómeno que se presenta cuando las sustancias de las capas superiores del suelo se disuelven por la acción de productos químicos, componentes de los fertilizantes o plaguicidas, y son arrastradas hacia las capas más profundas o mantos subterráneos.

**Recursos Naturales:** Cualquier forma de materia o energía que existe de modo natural y que puede ser utilizada por el ser humano. Los recursos naturales pueden clasificarse por su durabilidad, dividiéndose en renovables y no renovables.

**Recursos renovables:** Son los que pueden volver a recuperarse en tiempos relativamente cortos, de meses, años o decenios. Ej. Las plantas y los animales que proporcionan alimento, las fibras naturales que sirven para la fabricación de ropas o los árboles para madera y papel. La energía procedente de las aguas de escorrentía (conjunto de las aguas que se desplaza por la superficie terrestre gracias

a la fuerza de la gravedad), el viento y el sol se consideran también renovables.

**Recursos no renovables:** Son los que siguen formándose en la tierra, peor los procesos que los crean son tan lentos que se tarda millones de años en acumular depósitos significativos. En lo que se refiere al ser humano, la tierra contiene cantidades fijas de esas sustancias. Cuando se hayan extraído mediante bombeo o explotación minera los suministros actuales de la tierra, no habrá más. Ej. Combustibles (carbón, petróleo, gas natural) y muchos metales importantes (hierro, cobre, uranio, oro).

**Sustancia peligrosa:** (*hazardous chemical*). Aquella que, por su naturaleza o por el uso que el hombre haga de ella, representa un riesgo de daño para el ambiente, las personas o sus propiedades. Comprende a las sustancias corrosivas, inflamables, explosivas, ecotóxicas, tóxicas y radiactivas.

La peligrosidad ("peligro", para algunos autores) se define como el conjunto de características intrínsecas de una sustancia y por las cuales puede dañar, contaminar o matar a los seres vivos. Depende fundamentalmente de la estructura química y de las propiedades fisicoquímicas de la sustancia, por ejemplo, que sea inflamable, corrosiva, explosiva, reactiva, tóxica o ecotóxica. Los criterios de peligrosidad que se usan más comúnmente para jerarquizar el estudio de las sustancias o de las acciones de control sobre ellas son:

- **Persistencia.** Característica de las sustancias que les permite resistir a la degradación fotoquímica, biológica, y/o química, por lo cual su vida media en el ambiente es muy elevada y pueden permanecer en él por periodos prolongados. Cuanto más persistente sea una sustancia, mayor será su peligrosidad, ya que aumentan las probabilidades de que se movilice en el ambiente y de que interactúe

con los seres vivos antes de degradarse. Además, en la contaminación ambiental por sustancias muy persistentes, las medidas correctivas tardarán muchos años en dar resultados. Todavía no hay un criterio unánime para definir la persistencia de una sustancia; algunos países han establecido su propio criterio. En México no existen valores específicos para este criterio.

■ **Bioconcentración.** Las sustancias que tienen más afinidad con tejidos de organismos que con el agua, por lo que pueden alcanzar concentraciones más elevadas en organismos que en agua. Esta capacidad se conoce como bioconcentración y depende, fundamentalmente, de algunas propiedades fisicoquímicas de la sustancia como la solubilidad en agua.

■ **Bioacumulación.** Cuando la concentración de una sustancia aumenta en el organismo expuesto en función del tiempo. Por ejemplo, cuando la concentración de una sustancia es más alta en los peces adultos que en los jóvenes del mismo sitio, se dice que hay bioacumulación. Esta capacidad también depende principalmente de las características fisicoquímicas y bioquímicas del compuesto, como solubilidad en agua y velocidad de eliminación.

■ **Biomagnificación.** Algunas sustancias pueden concentrarse sucesivamente en cada eslabón de la cadena trófica. Es decir, en los organismos que están al final de dichas cadenas, como las aves rapaces, la concentración de la sustancia es más elevada que en los organismos de la base, como el plancton. Este proceso se conoce como biomagnificación y es de gran importancia para el comportamiento ambiental y los efectos indeseables de los contaminantes persistentes, en especial, para los organismos de los niveles tróficos elevados.



Algunos grupos de plaguicidas y ciertas sustancias xenobióticas de uso industrial, como los PCB, son ejemplos típicos de este fenómeno.

■ **Movilidad ambiental.** La importancia de este criterio radica en que muchos productos xenobióticos se pueden transformar en el ambiente, o en los seres vivos, para dar otras sustancias que pueden ser más persistentes y/o más tóxicas que las originales. Un ejemplo es la transformación de DDT para dar DDE, que es más persistente y de mayor toxicidad crónica que el DDT.

■ **Transformaciones químicas y bioquímicas.** La importancia de este criterio radica en que muchos productos xenobióticos se pueden transformar en el ambiente, o en los seres vivos, para dar otras sustancias que pueden ser más persistentes y/o más tóxicas que las originales. Un ejemplo es la transformación de DDT para dar DDE, que es más persistente y de mayor toxicidad crónica que el DDT.

■ **Efectos adversos sobre la salud y/o el ambiente.** Pueden ser de dos tipos: biológicos y fisicoquímicos, y ocurrir sobre los seres humanos, los organismos aislados o los ecosistemas. Algunos se deben a propiedades como persistencia o biomagnificación, mientras que otros dependen de la toxicidad a corto o a largo plazo de las sustancias o a la toxicidad derivada de la exposición simultánea a varias sustancias. A muchos de los xenobióticos se les reconocen toxicidad aguda, toxicidad crónica, así como efectos genotóxicos, perinatales y transgeneracionales. Algunas sustancias químicas o procesos no tienen efectos directos en los seres vivos, pero pueden afectar algún parámetro del medio, como temperatura o disponibilidad de nutrientes o alterar las reacciones naturales. Este

es en el caso de las reacciones fotoquímicas de los CFC en la estratósfera que conducen al deterioro de la capa de ozono.

■ **Origen y tipo.** Las sustancias pueden ser de origen natural o antropogénico, esto es, que son el resultado de las actividades humanas. Aunque muchas de las sustancias de origen antropogénico son sintéticas, el término también incluye sustancias naturales como el plomo o el bióxido de carbono. Por otra parte, las sustancias también pueden ser naturales y sintéticas o xenobióticas. En general, se considera que estas últimas pueden ser más nocivas que las naturales, pues los organismos y los ecosistemas carecen de mecanismos para degradarlas. Recientemente, al comprobarse los graves daños para el ambiente y la salud que causan las sustancias persistentes, entre los criterios de peligrosidad se ha dado especial importancia a la persistencia, la biomagnificación y la movilidad ambiental. Por otra parte, a diferencia de la peligrosidad (que básicamente es igual para una misma sustancia en cualquier circunstancia y lugar) el riesgo es la probabilidad de que ocurra daño a causa de la exposición a un agente nocivo, en circunstancias específicas. Sobre él influyen varios factores, por ejemplo, los económicos y sociales. Por tanto, aunque la peligrosidad de una sustancia específica es invariable el riesgo podrá fluctuar ampliamente, dependiendo de las circunstancias. En la práctica, variará no sólo de un país a otro, sino entre distintas regiones de un mismo país o en diferentes épocas en la misma región. Los principales criterios del riesgo de una sustancia son:

■ **Volúmenes de producción y/o uso:** Este criterio se basa en que el riesgo de un impacto adverso sobre el ambiente o la salud aumenta: 1) a mayor producción y/o de una sustancia; 2) a mayor número y más amplia distribución geográfica de los centros de producción y/o uso de una sustancia o

grupo de sustancias peligrosas, y 3) cuanto mayor sea la fracción de una sustancia que se libere finalmente al medio. Este criterio también debe considerar las perspectivas del mercado, es decir, las posibilidades de que en el futuro se incremente la fabricación, uso o desecho de un producto particular en una zona específica.

▣ **Formas de exposición:** Las características de la exposición variarán en cada caso específico. Por ejemplo, en cuanto a la frecuencia, la exposición puede ser única, continua, intermitente u ocasional. La vía de entrada de los contaminantes al organismo puede ser gastrointestinal, respiratoria, dérmica, transplacentaria. La dosis, o cantidad del agente tóxico será también muy variable. El conjunto de estas características influye en los efectos y puede ser el factor determinante para ellos.

▣ **Población y/o ecosistemas expuestos:** Cuanto mayor y más vulnerable sea la población expuesta, la sustancia será de mayor riesgo, por lo que se incrementará la importancia de su estudio y control. Las consecuencias adversas también pueden ser graves. En este criterio son factores muy importantes el grado y tipo de exposición, sumados a las características de la población.

**Sustancia tóxica:** (*toxic substance; toxic chemical*). Aquella que causa efectos adversos en los organismos expuestos, como resultado de interacciones fisicoquímicas con sus tejidos. También se les llama sustancias químicas tóxicas, materiales tóxicos, agentes de etiología química y, simplemente, tóxicos. El término toxinas no debe usarse como sinónimo de sustancias tóxicas.

**Sustancias químicas de importancia mundial:** El PNUMA define como sustancias químicas de importancia mundial "aquellas que se encuentran ampliamente diseminadas en el ambiente, en cantidades de importancia, como resultado de su transporte a través del aire, el agua o las cadenas tróficas, o porque están presentes en las mercancías que son objeto de comercio internacional a gran escala". También se incluyen en este grupo las sustancias que sólo son importantes en el ámbito local o regional pero preocupan a varios países.

Por su parte, algunos países y organizaciones internacionales tratan sistemáticamente de identificar las sustancias cuyo estudio debe ser una prioridad. Como resultado, se cuenta con diversas listas de sustancias cuya evaluación es insuficiente, así como lineamientos para elegir las que requieren evaluación adicional o prioritaria. En cuanto a los países en desarrollo, algunos cuentan con sistemas vigentes que se apoyan en la opinión de grupos de expertos; en otros más, se sigue alguno de los sistemas antes descritos o se aceptan las recomendaciones internacionales. Sin embargo, en la mayoría no hay mecanismos de ningún tipo para identificar sustancias y definir su prioridad. A la fecha se han empezado a aceptar en todo el mundo los criterios propuestos por el PNUMA o alguna modificación de ellos. Estos criterios pueden agruparse como "criterios de peligrosidad", esto es, los que dependen de la estructura química de la sustancia y sus propiedades fisicoquímicas. Y "criterios de riesgo", que no dependen de la sustancia en sí, sino de las condiciones del uso o la exposición a ella. Cuando una sustancia es de elevada peligrosidad y alcanza valores altos en los criterios de riesgo, en un país o región, se considera que debe dársele prioridad a su estudio y a su control en el país o región afectada.

## BIBLIOGRAFÍA

---

1. ALBERT, LILIA A. **Curso Básico de Toxicología Ambiental**, Noriega Editores, México, 2001.
2. ALBERT, LILIA A, Et. al. **Diccionario de la Contaminación**, Centro de Ecología y Desarrollo. CECODES, México, 2000.
3. HARTE, JOHN ET AL. **Guía de las Sustancias Contaminantes: El Libro de los Tóxicos de la A a la Z**, Editorial Grijalbo, México, 1995.
4. CORTINAS DE NAVA, CRISTINA Y VEGA GLEASON , SYLVIA. **Residuos Peligrosos en el Mundo y en México 1996 – 2000**, SEMARNAP – INE, México, 1997.
5. TARBUCK, EDWARD J. Y LUTENGS, FREDERICK K. **Ciencias de la Tierra. Una Introducción a la Geología Física**, Sexta edición, Editorial Prentice Hall, Madrid, 2000.
6. H.PETRUCCI, RALPH Y S. HARWOOD, WILLIAM. **Química General. Principios y Aplicaciones Modernas**, Séptima edición, Editorial Prentice Hall, España, 1999.
7. MURCK, BARBARA W. Y SKINNER, BRIAN J. **Geology Today. Understanding our Planet**, Estados Unidos de América, 1999.

8. DICKSON, T.R. **Introducción a la Química**, Publicaciones Cultural, México, 1987.
9. RAKOFF, HENRY Y ROSE C., NORMAN. **Química Orgánica Fundamental**, Editorial Limusa, México, 1990.
10. MAMONTOV, S. Y ZAJÁROV, V. **Biología General**, Editorial Mir Moscú, URSS, 1990.
11. GUTIÉRREZ NÁJERA, RAQUEL. **Introducción al Estudio del Derecho Ambiental**, Tercera edición, Editorial Porrúa, México. 2000.
12. SÁNCHEZ GÓMEZ, NARCISO. **Derecho ambiental**, Editorial Porrúa, México. 2001.
13. QUINTANA VALTIERRA, **Derecho Ambiental Mexicano**. Lineamientos Generales. Segunda edición, Editorial Porrúa, México. 2002.
14. BAQUEIRO ROJAS, EDGARD. **Introducción al Derecho Ecológico**, Editorial Harla, México. 1997.
15. RIVERO SERRANO, OCTAVIO, ET AL. **Los Residuos Peligrosos en México**, Editores Puma, México. 1996.
16. KIELY, GERARD. **Ingeniería Ambiental. Fundamentos, Entornos, Tecnologías y Sistemas de Gestión**, Editorial Mc. Graw – Hill, España, 1999.

17. SEOÁNEZ CALVO, MARIANO, ET AL. **Residuos. Problemática, Descripción, manejo, aprovechamiento y destrucción. Manual para Políticos, Técnicos, Enseñantes y Estudiosos de la Ingeniería del Medio Ambiente**, Editorial Mundi-Prensa, México, 1999.
18. CARMONA LARA, MARÍA DEL CARMEN. **Derechos en relación con el medio ambiente**, UNAM, México. 2000.
19. ARELLANO DÍAZ, JAVIER. **Introducción a la Ingeniería Ambiental**, Editorial Alfaomega, México. 2002.
20. CORTINAS DE NAVA, CRISTINA. **Hacia un México sin basura. Bases e implicaciones de las legislaciones sobre residuos**, Grupo Parlamentario del PVEM, México. 2001.
21. F. LUNA, HERBERT. **Manual McGraw- Hill de Reciclaje, Volumen II**, Editorial McGraw- Hill, México, 1993.
22. SEOÁNEZ CALVO, MARIANO, ET AL. **Ingeniería del Medio Ambiente Aplicada al Medio Continental**, Segunda edición, Ediciones Mundi- Prensa, México, 2000.
23. SEVILLA, MARÍA LUISA. **Temas Ecológicos**, IPN, México. 1977.
24. BELTRÁN MARTÍNEZ DE CASTRO, MARGARITA. **Conservemos nuestro mundo**, Editorial Fernández, México. 2000.

25. JIMÉNEZ CISNEROS, BLANCA ELENA. **La Contaminación Ambiental en México**, Editorial Limusa, México, 2001.
26. VARGAS MENCHACA, MANUEL. **Manual para la Elaboración de Tesis Profesionales**, Editorial Talleres Gráficos Creatividad y Diseños, México, 1993.
27. MERCADO H., SALVADOR. **¿Cómo hacer una Tesis? Tesinas, Informes, Memorias, Seminarios de investigación y Monografías**, 2ª. Edición, Editorial Limusa, México, 1993.
28. **Programa para la Minimización y Manejo integral de Residuos Industriales Peligrosos en México**, SEMARNAP, México, 2000.
29. **Curso Profesional de Belleza. Estética y Cosmetología**, Ediciones Océano, Tomo I, España, 1987.
30. **Curso Profesional de Belleza. Estética y Cosmetología**, Ediciones Océano, Tomo III, España, 1987.
31. **Atlas de Ecología. Nuestro Planeta**, Editorial Cultural, España. 1999.
32. **Gran Atlas Visual. Química**, Programa Editorial Visual, Colombia, 1994.
33. Microsoft Corporation, **Biblioteca de Consulta Encarta** ® 2005. © 1993-2004 Microsoft. R.D.



## **OTRAS FUENTES**

**1.- El Problema de las Pilas Usadas,**

[http://www.laguardería.com.ar/ecología\\_pilas.htm](http://www.laguardería.com.ar/ecología_pilas.htm), 10/08/ 2004, 5:30 p.m.

**2.- Dioxinas y Furanos,**

<http://www.jornada.unam.mx/2000/oct00/001030/eco-f.html>, 10/08/2004, 5:40 p.m.

**3.- Impacto Ambiental producido por las Pilas en desuso,**

<http://www.ingenieroambiental.com/?cate=23>, 11/08/2004, 11: 45 p.m.

**4.- Proyecto de implantación de Kioscos Modulares,**

<http://canales.dariovasco.com/ekoplaneta/datos/actualidad/septiembre/actu130902.htm>, 11/08/ 2004, 12:16 a.m.

**5.- Desechos Domésticos Peligrosos: Pasos para un manejo seguro,**

<http://www.epa.gov/epaoswer/general/espanol/f92031s.htm>, 11/08/ 2004, 12:20 a.m.

**6.- Residuos Peligrosos de Generación Doméstica,**

[http://eureka.ya.com/ecositio/residuos\\_peligrosos.htm](http://eureka.ya.com/ecositio/residuos_peligrosos.htm), 11/ 08/ 2004, 12:30 a.m.

**7.- Residuos Peligrosos en el hogar,**

<http://www.riojainternet.com/cjr/revista8/peligro.htm>, 17/08/ 2004, 12:34 a.m.

**8.- Residuos domésticos Peligrosos,**

<http://www.ubp.edu.ar/todoambiente/ninos/residuos/principal.htm>, 17/08/2004,  
12:21a.m.

9.- Nogueiras Mascareñas, Pablo. **Productos Tóxicos en el Hogar**,  
[http://www.nodo50.org/ecologistas.extremadura/residuos/prod\\_toxicos.gbc](http://www.nodo50.org/ecologistas.extremadura/residuos/prod_toxicos.gbc), 25/08/  
2004, 11:00 a.m.

10.- Benavides, Livia y Risso Wanda. **HTD: 46 Gestión de Residuos Peligrosos y  
el Programa regional del CEPIS**,  
<http://www.cepis.ops-oms/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt046-a.html>, 27/  
08/2004, 10:20 p.m.

11.- **Residuos Peligrosos**,  
<http://www.ingenieroambiental.com/?pagina=908>, 27/08/2004, 10: 26 p.m.

12.- **Productos Químicos Peligrosos de Uso en Domicilios**,  
<http://www.cepis.ops-oms.org/bvsare/e/proypan/proypan.html>, 02/ 09 /2004 10:48  
p.m.

13.- Rosas Domínguez, Anabel y Gutiérrez Palacios, Constantino. **Estudio de  
Residuos Peligrosos Domésticos en una Zona Habitacional**,  
[cepis.or.pe/bvsajds/resisoli/mexicana/r-0181.pdf](http://cepis.or.pe/bvsajds/resisoli/mexicana/r-0181.pdf), 02/09/2004, 11:00 p.m.

14.- <http://www.repamar.org>, 15/ 09/ 2004, 11:25 a.m.

15.- **Tratados, Acuerdos y Convenios Internacionales,**

[http://www.greenpeace.org.mx/php/doc.php?c=tox&f=tx\\_tratados-int.xml](http://www.greenpeace.org.mx/php/doc.php?c=tox&f=tx_tratados-int.xml),

15/09/2004, 11:30 a.m.

16.- **Síntesis del Proyecto de Norma Oficial Mexicana,**

[http://www.softwarevisual.com/NOM/datos\\_del\\_proyecto\\_de\\_NOM.asp?ID\\_NOR=15](http://www.softwarevisual.com/NOM/datos_del_proyecto_de_NOM.asp?ID_NOR=15)

5, 15/09/2004, 11:48 a.m.

17.- ***Nonpoint Source Pollution. Answers to frequently asked questions,***

<http://www.tnrr.state.tx.us/admin/topdoc/gi/162.pdf>, 15/ 09/ 2004, 12:00 p.m.

18.- Ruíz, Aguilar Graciela. **Residuos Peligrosos: grave riesgo ambiental,**

<http://www.eclipse.red.cinvestav.mx/publicaciones/avayper/mayjun/residuos.pdf>,

15/09/2004, 12:15p.m.

## **LEGISLACIÓN**

1.- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Editorial Sista, México.

2003.

2.- Ley General del Equilibrio y la Protección al Ambiente, Ediciones Delma, México.

2001.

3.- Legislación de Ecología, Editorial Sista, México, 2004.

4.- Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL- 1993, Características de los

Residuos Peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

5.- Norma Oficial Mexicana NOM-055-ECOL-1993, Requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto los radiactivos.

6.- Norma Oficial Mexicana NOM-058-ECOL-1993, Requisitos para la operación de un confinamiento de residuos peligrosos.

7.- Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-052-ECOL-2001. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y listado de los residuos peligrosos, Diario Oficial de la Federación, SEMARNAT.

8.- Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-055-ECOL-2003, que establece los requisitos que deben reunir los sitios que se destinarán para un confinamiento controlado de residuos peligrosos (excepto los líquidos y los radiactivos) previamente estabilizados, Diario Oficial de la Federación, SEMARNAT, 06 de enero de 2004.