



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

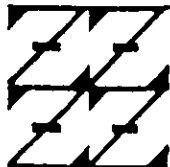
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA

LEGISLACION EN MATERIA AMBIENTAL Y
TECNOLOGIAS DE TRATAMIENTO Y/O
DESTRUCCION PARA BPC's

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A :
MELBA ~~IVETTE~~ SOSA ORTEGA

U N A M
FES
ZARAGOZA



LO HUMANO ES JE
DE NUESTRA SELECCION

DIRECTOR DE TESIS: ING. LUIS WOLF HEGMANN

2000

2000



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES
ZARAGOZA

JEFATURA DE LA CARRERA
DE INGENIERIA QUIMICA

OFICIO: FESZ/JCIQ/230/99.

Asunto: Asignación de Jurado.


ALUMNA: MELBA IBETTE SOSA ORTEGA
Presente.

En respuesta a su solicitud de asignación de jurado, la jefatura a mi cargo, ha
propuesto a los siguientes sinodales:

- Presidente: M. en C. Lourdes Castillo Granada
- Vocal: Ing. Luis Wolf Hegmann
- Secretario: Ing. Salvador Gallegos Rames
- Suplente: I.Q. Gonzalo Rafael Coello García
- Suplente: I.Q. Balbina Patricia García Aguilar

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D. F., 15 de Octubre de 1999


ING. ARTURO E. MENDEZ GUTIERREZ
JEFE DE LA CARRERA

DEDICADO A MIS
AMADOS PADRES Y A
ARTURO; AMIGOS
INCONDICIONALES QUE
SON EL MOTIVO PARA
SER MEJOR TODOS LOS
DÍAS.

AGRADECIMIENTOS

A Dios...

Me encanta Dios, es un viejo magnífico que no se toma en serio. A él le gusta jugar y juega y a veces se le pasa la mano y nos rompe una pierna o nos aplasta definitivamente, pero, esto sucede porque es un poco cegatón y bastante torpe de las manos.

Nos ha enviado a algunos tipos excepcionales como Buda, o como Mahoma, o Cristo, para que nos digan que nos portemos bien, pero, esto a él no le preocupa mucho, nos conoce, sabe que el pez grande se traga al chico, que la lagartija grande se traga a la pequeña, que el hombre se traga al hombre. Y por eso invento la muerte, para que la vida, no tú, ni yo, la vida, sea para siempre.

Ahora los científicos salen con su teoría del Big Bang, pero que importa si el universo se expande interminablemente o se contrae, esto es asunto sólo para agencias de viajes. A mí me encanta Dios, ha puesto en orden las galaxias y distribuye bien el tránsito en el camino de las hormigas, y es tan juguetón y travieso, que el otro día descubrí que ha hecho frente al ataque de los antibióticos bacterias mutantes. Viejo sabio o niño explorador, cuando deja de jugar con sus soldaditos de carne y huesos, hace campos de flores o pinta el cielo de manera increíble.

Mueve una mano y hace el mar, mueve otra y hace el bosque y cuando pasa por encima de nosotros queda en las nubes, pedazos de su aliento. Dicen que a veces se enfurece y hace terremotos y manda tormentas, caudales de fuego, vientos desatados, aguas alevosas, castigos y desastres, pero, esto es mentira, es la Tierra que cambia y se agita y crece cuando Dios se aleja.

Dios siempre esta de buen humor, por eso es el preferido de mis padres, el escogido de mis hijos, el más cercano de mis hermanos, la mujer más amada, el perrito y la pulga, la piedra más antigua, el pétalo más tierno, el aroma más dulce, la noche inolvidable, el borboteo de luz, el manantial que soy.

A mí me gusta, a mí me encanta Dios, ¡Que Dios bendiga a Dios!

Jaime Sabines.

AGRADECIMIENTOS

A mis hermanos escogidos

Aline Godínez, Jessica Serrano, Erik Belmont, Guillermo García, Irma Medina, Ma. De Jesús Córdoba, Magdalena Machuca, Tommy León.

A mis profesores y especialmente a los Ingenieros Salvador Gallegos Ramales y Tomás Vargas Ramírez

Al Ingeniero Luis Wolf Hegmann por todo su apoyo.

A mi jefe, maestro y amigo Ing. Miguel Muñoz Peredo.

A mis compañeros y amigos Ing. José Juan Sánchez, Lic. Iván Barrera, Ing. Edith Martínez, Biol. Camerina Macuitl, Lic. Fernando Ruiz, Blanca Flores, Francisco Cárdenas, José Romero.

A todas esas personas buenas y malas que me han enseñado a vivir.

RESUMEN

En virtud de la próxima eliminación virtual de los BPC's del país en colaboración con los principales poseedores y de que estas sustancias representan una de las doce consideradas como prioritarias, debido al riesgo latente de causar efectos adversos en los seres vivos, a su persistencia en el medio ambiente y a su capacidad de acumulación en los tejidos grasos de los organismos; se realizó una amplia revisión bibliográfica en la que se expone desde el punto de vista ambiental la situación actual de los BPC's.

El presente documento pretende exponer de forma clara y concisa un panorama general de los aspectos a considerar por todo generador o prestador de servicios que esté en contacto con los BPC's, así como servir de guía para su apropiado manejo.

Además de lo anterior, se reúne y comentan algunas de las tecnologías empleadas para el tratamiento o destrucción de los BPC's y se hace referencia a las regulaciones, leyes o estatutos tanto nacionales como internacionales derivadas de las malas experiencias debidas al inapropiado manejo de los mismos.

Por último se presentan los resultados del estudio realizado que ponen de manifiesto la necesidad de contar con un instrumento regulatorio para el manejo adecuado de estas sustancias, así como el contar con un inventario de las mismas para definir la infraestructura que se requiere en nuestro país.

ÍNDICE GENERAL.

INTRODUCCIÓN.

CAPITULO UNO. GENERALIDADES.

1.1. DEFINICIÓN DE BIFENILOS POLICLORADOS.

1.1.1. Aspectos históricos.

1.2. CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES.

1.2.1. Propiedades físicas.

1.2.2. Propiedades químicas.

1.2.3. Principales usos.

1.2.4. Características comerciales.

1.3. PROBLEMÁTICA.

CAPITULO DOS. EFECTOS A LA SALUD Y AL AMBIENTE.

2.1. ASPECTOS TOXICOLOGICOS

2.2. EFECTOS A LA SALUD

2.3. CONSECUENCIAS AMBIENTALES

CAPITULO TRES. POLÍTICAS PARA EL MANEJO DE BPC'S.

3.1. LEGISLACIÓN AMBIENTAL NACIONAL.

3.1.1. Programa de Medio Ambiente.

3.1.2. Programa para la minimización y manejo integral de residuos peligrosos.

3.1.3. Programa de Gestión Ambiental de Sustancias Tóxicas de atención prioritaria.

3.1.4. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

3.1.5. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos.

3.1.6. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental.

3.1.7. Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.

3.1.8. Normas Oficiales Mexicanas.

3.2. CONVENIOS Y ACUERDOS INTERNACIONALES.

3.2.1. Convenio de la Paz.

3.2.2. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

3.2.3. Convenio de Basilea.

3.2.4. Comisión de Cooperación Ambiental.

3.3. CONFERENCIAS INTERNACIONALES.

3.3.1. Desarrollo Sustentable.

3.3.2. Agenda XXI.

3.3.3. Situación actual de los BPC's en México.

3.4. SITUACION ACTUAL DE LOS BPC's EN MEXICO

3.4.1. Exportación de BPC's.

3.4.2. Localización de BPC's.

3.4.3. Infraestructura para el manejo de BPC's.

3.4.4. Corresponsables en el manejo de BPC's.

CAPITULO CUATRO. MANEJO AMBIENTALMENTE SEGURO DE BPC'S

4.1. MANEJO SEGURO.

- 4.1.1. Identificación
- 4.1.2. Etiquetado de los equipos y materiales con BPC's
- 4.1.3. Equipo de protección personal
- 4.1.4. Primeros auxilios en caso de contacto con líquidos BPC's
- 4.1.5 Almacenamiento
- 4.1.6. Procedimientos de limpieza y recolección
- 4.1.7 Transporte

4.2. METODOS DE DETERMINACION

- 4.2.1. Método de prueba EPA No. 608
- 4.2.2. Método de prueba EPA No. 8080
- 4.2.3. Método de prueba EPA No. 8081
- 4.2.4. Método de prueba EPA 8082-A
- 4.2.5. Método de prueba ASTM D 4059-96

4.3. SUSTITUTOS DE BPC's EN TRANSFORMADORES

CAPITULO CINCO. TECNOLOGÍAS PARA EL TRATAMIENTO Y/O DESTRUCCIÓN. DE BPC's.

5.1. PROCESOS TÉRMICOS.

- 5.1.1. Hornos rotatorios.
- 5.1.2. Hornos de cemento.
- 5.1.4. Incineración de inyección líquida.
- 5.1.5. Incineradores de Lecho Fijo.
- 5.1.6. Incineradores de lecho fluidizado.
- 5.1.7. Hornos de Calderas Múltiples.
- 5.1.8. Incineradores de Baño de Sal Fundida.
- 5.1.9 Proceso de Plasma.

5.2. PROCESOS NO TÉRMICOS.

- 5.2.1. Sódios Disperso a Baja Temperatura.
- 5.2.2. Poliglicoles con Hidróxido de Sodio.
- 5.2.3. Declorinación Catalítica.
- 5.2.4. Reducción de BPC's utilizando Níquel como catalizador.
- 5.2.5. Proceso de reducción en fase gaseosa.
- 5.2.6. Oxidación a baja temperatura.
- 5.2.7. Ozonólisis con luz ultravioleta.
- 5.2.8. Clorólisis.
- 5.2.9. Método electroquímico.

5.3. METODOS BIOLÓGICOS O BIORREMEDIACION.

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES

ACRONIMOS

BIBLIOGRAFÍA.

INTRODUCCION

El manejo de los residuos peligrosos generados por el hombre es motivo de una creciente preocupación a nivel mundial por los problemas de contaminación ambiental inherentes. La preocupación mundial sobre los residuos peligrosos como uno de los mayores problemas ambientales y sociales emergió como resultado del conocimiento de la potencial toxicidad de los productos químicos para el hombre y de su persistencia en el ambiente. La minimización de los residuos es la opción más deseable en la jerarquía del manejo de residuos.

La industria manufacturera se ha expandido en los últimos años y desde la segunda mitad de lo que va del siglo se ha registrado una tendencia creciente en la producción de sustancias complejas que contienen productos altamente tóxicos tales como los Bifenilos Policlorados.

El problema generado por estas sustancias, encontró su raíz en accidentes registrados en diversas partes del mundo en los cuales se les asoció con la toxicidad observada en la población, la cual fue capaz de provocar daños en la salud como afecciones hepáticas, problemas relacionados con nacimientos con productos muertos, malformaciones y cáncer. Tales efectos dependen de la frecuencia, dosis y período de exposición a estas sustancias; así como también problemas ambientales como la entrada en la cadena alimentaria hasta llegar al hombre, su persistencia y bioacumulación en suelos principalmente conllevó a realizar esfuerzos de diversos investigadores para determinar la peligrosidad de estos materiales derivada de un inadecuado manejo. El resultado de estas investigaciones reconoció características que los llevan a ser considerados como sustancias altamente prioritarias para su eliminación del medio ambiente.

En México se cuenta con un inventario inicial de BPC's el que incluye a los poseedores de Bifenilos Policlorados que han manifestado la cantidad con que cuentan hasta el momento, el conteo se ha estimado en 12,900 toneladas de BPC's distribuidas en toda la República Mexicana incidiendo la mayor parte de ellas en la zona centro del País.

El trabajo realizado aquí, reúne a través de cinco capítulos los aspectos considerados anteriormente de forma individual, con el fin de tomar de él, la base para futuras investigaciones y actividades destinadas a la eliminación o tratamiento de los Bifenilos Policlorados.

La organización de este trabajo se describe a continuación:

Capítulo uno.- Generalidades. En donde se presentan los sucesos en los que se han visto involucrados los BPC's, así como las propiedades físicas y químicas que fueron usadas como herramienta para su estudio.

Capítulo dos.- Efectos a la salud y al ambiente. Aquí se lleva a cabo una revisión de las causas y efectos derivados de un mal manejo de los Bifenilos Policlorados a seres vivos y al medio ambiente.

Capítulo tres.- Políticas para el manejo de BPC's. En este capítulo se reúne la situación en México de los BPC's desde el punto de vista normativo y legislativo ambiental, así como las acciones tomadas.

Capítulo cuatro.- Manejo ambientalmente seguro de BPC's. Aquí se pueden encontrar los métodos desarrollados más importantes que sirven actualmente para la determinación de los BPC's en diversas fuentes, así como la forma más adecuada de manejo aplicable a los BPC's.

Capítulo cinco.- Tecnologías para el tratamiento y/o destrucción de los BPC's. En este capítulo se identifican algunas de las opciones que existen para la destrucción de los BPC's, considerando las ventajas y desventajas asociadas a cada uno de ellos desde el punto de vista ambiental, lo cual conlleva a tener un panorama amplio que aunado a lo tratado en los capítulos precedentes sirvan para la selección del más adecuado para quien se interese en prestar sus servicios para el manejo de estas sustancias.

CAPITULO

UNO

CAPITULO UNO.

GENERALIDADES.

1.1.DEFINICION DE BIFENILOS POLICLORADOS.

Los Bifenilos Policlorados (BPC's), polychlorinated biphenyls (PCB's) en los Estados Unidos de Norteamérica y otros países son un grupo de compuestos químicos orgánicos que entran en la categoría de los halogenuros de arilo creados por el hombre. Los BPC's están formados por el acoplamiento de dos fenilos (bifenilo) y el reemplazo de hidrógenos por cloro (policlorados). Al sustituir los átomos de cloro en varias de las posiciones de los anillos, se puede obtener una gran variedad de compuestos, hasta la fecha se han identificado 209 compuestos individuales.

Los BPC's se encuentran principalmente en dos estados, líquido y sólido, y van del color claro al amarillo ligero y no poseen olor ni sabor. No se conocen fuentes naturales de Bifenilos Policlorados. Por sus características de alta estabilidad, aislamiento, no corrosividad y relativa no inflamabilidad, fueron usados como fluido aislante en transformadores, capacitores y equipos para transferencia de calor.

1.1.1.ASPECTOS HISTORICOS.

Hasta hace algunos años, los fluidos utilizados para la óptima operación de algunos equipos industriales eran derivados del petróleo que brindaban buenas propiedades; no obstante su uso en ciertas circunstancias presentaba el inconveniente de la fácil inflamación.

El aceite mineral como líquido para el enfriamiento de los transformadores se utilizaba porque, era menos denso que el agua, buen conductor del calor, aislante y biodegradable, sin embargo, presentaba las siguientes desventajas: es combustible, se combina fácilmente con el agua formando lodos, se acidifica atacando materiales aislantes y puede producir gases explosivos.

El riesgo de incendio inherente a las instalaciones provocó una serie de investigaciones que llevarían a encontrar otras sustancias alternativas que así mismo presentarían las mismas ventajas de los aceites minerales, pero que fuera incombustible.

Durante dichas investigaciones se encontró que la adición de cloro a las partículas de benceno hacían desaparecer la combustibilidad, y en 1929, la Swann Chemical Company produjo los primeros bifenilos policlorados.

En 1930 la Compañía Monsanto comenzó a comercializar los Bifenilos Policlorados puros. A este tipo de aislantes no inflamables se les denominó genéricamente *askareles* (no arde).

La Tabla 1.1 muestra los aspectos históricos más importantes de los BPC's.

TABLA 1.1. CRONOLOGIA DE LOS BPC's.

AÑO	SUCESO
1929	Los BPC's se sintetizan como un fluido dieléctrico resistente al fuego para capacitores por The Swann Chemical Company, adquirida más tarde por la compañía Monsanto Chemical.
1931	General Electric Company, patenta la aplicación de BPC's como fluidos aislantes para transformadores.
1933	Se puso en operación el primer transformador.
1965	Se generan acuerdos voluntarios en diversos países relacionados con el uso de BPC's y promulgan legislaciones para restringir su fabricación y controlar sus desechos.
1966	Se hacen publicaciones científicas advirtiendo de la peligrosidad de los BPC's por su acumulación en el ambiente y su presencia en algunos animales silvestres
1968	Serios efectos en la salud de japoneses (Yusho, Japón), por el consumo de arroz contaminado con aceite BPC's.
1970	La Agencia de Protección al Medio Ambiente de Estados Unidos (EPA) inicia estudios para determinar reglamentaciones obligatorias para controlar el uso, mantenimiento, manejo, almacenamiento y disposición de BPC's.
1973	La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) adopta la decisión sobre la protección del medio ambiente para el control de BPC's, regulando su uso sólo en determinadas aplicaciones industriales.

TABLA 1.1. CRONOLOGIA DE LOS BPC's. (Continuación).

AÑO	SUCESO
1976	Accidentalmente, la fábrica Industrie Chemiche Meda Societa Aromia, liberó una nube tóxica de dioxinas que afectó a las poblaciones de Meda, Seveso y Cesano Moderno en Italia.
1977-1978	Pequeños incendios que involucraron transformadores con BPC's en Sainte Adelaine y Estocolmo respectivamente.
1979	La Agencia de Protección al Medio Ambiente de los Estados Unidos prohíbe la manufactura del fluido y por lo tanto, se dejaron de producir transformadores nuevos aislados con askarel.
1981	Gran incendio de Binghamton State Office Building, Estados Unidos, que provocó el derrame de 180 galones de BPC's contenidos en transformadores y se detectó la presencia de dioxinas y dibenzofuranos. 400 personas estuvieron expuestas.
1982-1990	Científicos defienden la tesis acerca de la muerte masiva de peces provocada por los BPC's y subproductos en el tramo final del río Ebro en España y la muerte de delfines en La Vanguardia, Canadá.

FUENTE: ESTUDIO PARA SUSTENTAR EL PROYECTO DE NOM, MANEJO DE BPC'S, 1997.

1.2. CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES.

El empleo de BPC's dentro de la industria eléctrica estuvo ligado a tres ventajas fundamentales:

- ☞ La permitividad (propiedad eléctrica asociada a la acumulación de carga en capacitores) era más elevada que la del aceite mineral.
- ☞ Resistencia intrínseca al fuego.
- ☞ Estabilidad química.

Sus características dieléctricas permitían ocupar menos volumen que con el aceite mineral, pero con una igualdad de potencia. Al principio, los BPC's estaban constituidos por moléculas con un alto número de átomos de cloro, los cuales fueron sustituidos progresivamente por otros menos clorados, ya que permitió:

- ☞ Mejorar las condiciones de funcionamiento de los capacitores a baja temperatura por la viscosidad, así como disminuir el punto de congelación.
- ☞ Aumentar la permitividad, lo cual incrementó la capacidad por unidad de volumen en capacitores.
- ☞ Aumentar el gradiente de tensión, ya que la reducción del grado de cloración implica una elevación en el umbral de ionización y rigidez dieléctrica.
- ☞ Mejorar el potencial de biodegradación.

Los BPC's utilizados en transformadores no han sido productos puros sino mezclas de clorobifenilos (arocloros), con triclorobenceno que actúa como agente diluyente.

La sustitución del aceite mineral por BPC's en los transformadores no se debió a sus características de disipador de calor y aislante eléctrico de las partes activas (ya que el aceite mineral cumplía con todos esos requisitos) sino más bien fue por que se reducía el riesgo de incendio, justificando el empleo de askareles en transformadores.

Según un estudio realizado en Estados Unidos, el riesgo de incendio con los BPC's es 300 veces menos probable que con el aceite mineral. Por esta razón, se consideró como una solución que introdujo mejoras importantes de seguridad ante posibles incendios del transformador, bien por ignición propia o inducido por una fuente exterior.

1.2.1. PROPIEDADES FISICAS.

Los Bifenilos Policlorados son compuestos químicos sintéticos formados por cloro, carbono e hidrógeno.

Son líquidos con viscosidad variable, de consistencia resinosa por contener cantidades elevadas de cloro; tienen una alta estabilidad química, por lo que son difíciles de destruir, poseen una baja presión de vapor lo cual es un indicativo de la pequeña volatilidad, alta capacidad calorífica, baja conductividad eléctrica y alta constante dieléctrica, no son biodegradables, no son volátiles a temperatura ambiente.

Su estado físico puede ser líquido, encontrándose como un líquido aceitoso con un color amarillo ligero, o en estado sólido en donde los BPC's son un polvo blanco (a 15° C y 1 atmósfera de presión). Su densidad, es más elevada que la del agua (1.55 Kg/dm³ en promedio, debido a la concentración que presenten) por lo cual la solubilidad en ella es limitada (a 25° C, 3.10 x10⁻¹ mg/L) debido a ella pueden quedar inmobilizados en los suelos y acumularse en los seres vivos por lo cual se reconoce su persistencia, dicha solubilidad no es igual en solventes orgánicos como son, tetracloruro de carbono, hexano, benceno, isooctano y cloruro de metileno.

Al mezclarlos con algunos materiales pueden modificar sus propiedades físicas y mecánicas (consistencia, fluidez, etcétera) confiriéndoles un excelente poder adhesivo a superficies lisas como vidrio y barniz, y características plastificantes.

Otro parámetro importante es el conocido como coeficiente de partición lípido-agua, el cual establece la relación entre la solubilidad en agua de un material y su solubilidad en un aceite. A través de este coeficiente se puede determinar la capacidad de los BPC's para disolverse en agua y en lípidos. Este coeficiente es mayor a 1 para los mismos por lo que son liposolubles y de fácil absorción a través de las membranas y acumulación en el tejido graso.

Por otra parte, la presencia de cloro les brinda una excelente resistencia a la inflamabilidad; por lo cual el punto de inflamación y de ebullición es elevado (278°C - 415°C) y no puede medirse a partir de ciertos contenidos de cloro, además de presentar combustión completa con aire a una temperatura de más de 1000°C.

Se utilizan mucho en la industria eléctrica debido a sus propiedades dieléctricas. La Tabla 1.2, muestra algunas cantidades requeridas de BPC's para aislar potencias distintas en transformadores.

TABLA 1.2.VOLUMEN APROXIMADO DE BPC's POR TRANSFORMADOR.

POTENCIA (KV _a)	CANTIDAD (l)
1000	620
630	410
400	300
250	240
160	160

FUENTE: COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD, .1988

1.2.2.PROPIEDADES QUIMICAS.

Los Bifenilos Policlorados son hidrocarburos clorados no polares, basados en un núcleo bifenilo (2 anillos de benceno unidos) con sustitución múltiple de átomos de cloro en uno o en ambos anillos aromáticos, formados por la unión de carbón, hidrógeno y cloro; su molécula consiste en dos radicales de fenilos (anillos difenólicos) ligados con dos átomos de hidrógeno reemplazados por átomos de cloro.

La estructura de los BPC's, puede describirse así: $C_{12}H_{10-x}Cl_x$, y esquemáticamente como sigue:

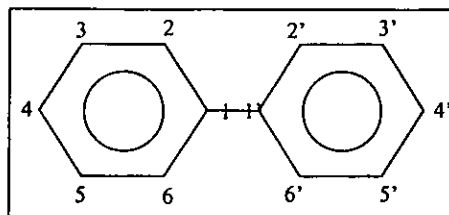


FIGURA 1. ESTRUCTURA MOLECULAR DE BPC's.

El sistema de numeración para los Bifenilos sustituidos también se muestra en la Figura 1. Se subdividen de acuerdo al grado de cloración, y el término isómero se usa para identificar a los compuestos con el mismo grado de cloración. Se conocen hasta hoy 209 congéneres de clorobifenilos.

De acuerdo a la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC por sus siglas en inglés), los 209 congéneres están arreglados en orden numérico ascendente, basados en la sustitución de cloro, y la asignación de números del 1 al 209. El uso del esquema de numeración de la IUPAC para identificar a los congéneres individuales tiene mayor aceptación que el sistema antiguo de nomenclatura que usa un sistema de numeración para los sustitutos.

Los arocloros, están identificados por un código de numeración de 4 dígitos en el cual los primeros 2 dígitos indican el contenido de carbono y los dos últimos el contenido de cloro en porciento en peso. Por ejemplo el Aroclor 1242 es una mezcla de bifenilo policlorado con un contenido aproximado de 12% de carbono y 42% de cloro. La Figura 2, muestra una estructura específica de bifenilo policlorado

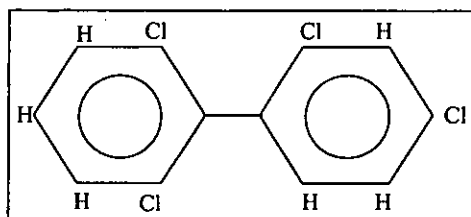


FIGURA 2. 2,2',4',6-TETRACLOROBIFENIL

Los BPC's son generalmente no reactivos, son muy estables y de este modo ellos persisten en el ambiente. La solubilidad en agua no obstante cambia inversamente al grado de cloración. La esteoquímica también juega un papel importante en la cinética de los Bifenilos Policlorados. La reactividad de los cloros en diferentes posiciones sobre los anillos decrece en el orden siguiente:

ORTO > PARA > META

Cuando los BPC's son muy estables son muy resistentes a la degradación o reacción con otros materiales. La degradación por medios químicos puede ser por irradiación con rayos γ . Se ha encontrado que la degradación decrece cuando se incrementa el número de cloro, la degradación es más rápida si los cloro están sobre un anillo individual y los cloro en posición *orto*.

A pesar de presentar todas las ventajas que se desprenden de su no flamabilidad, al someter a los BPC's a temperaturas superiores a los 350° C (temperatura muy superior a la de un funcionamiento de transformadores o capacitores en condiciones normales, pero que se puede alcanzar fácilmente en caso de incendio), se transforman en compuestos altamente tóxicos, esencialmente los policlorodibenzofuranos (PCDF's), y más raramente las policlorodibenzodioxinas (PCDD's) que se desprenden en forma de gas en un incendio. El término *dioxina*, es utilizado en el medio, después de que un isómero específico: 2,3,7,8 tetraclorodibenzodioxina (2,3,7,8 TCDD), provocó una contaminación del ambiente en Missouri (E.U.) y en Seveso (Italia).

Para los *furanos*, sus antecedentes y datos son limitados; el 2,3,7,8 TCDF, es considerado diez veces menos tóxico que la 2,3,7,8 TCDD.

1.2.3. PRINCIPALES USOS.

Por las ventajas que se derivan de sus características físicas y químicas, los BPC's no sólo abarcaron usos de aislantes térmicos en transformadores, capacitores y equipos de transferencia de calor, sino que al encontrar cambios en sus propiedades al mezclarlos con otros materiales se diversificó su campo de aplicación, encontrándolos más tarde en fluidos hidráulicos, pigmentos para pinturas, barnices, tintas para impresión, balastras (al 100%), ceras de pisos, plastificantes en resinas y hules, papel para copia libre de carbón, interruptores de alta tensión y bobinas reguladoras. Para disminuir su viscosidad se mezclan con solventes como el triclorobenceno (40-50%); y fueron utilizados como refrigerantes.

La Tabla 1.3, presenta las aplicaciones y porcentajes mundiales para los Bifenilos Policlorados.

TABLA 1.3. PORCENTAJES DE APLICACIONES DE BPC's.

USOS	PORCENTAJE
Capacitores	50.95
Transformadores	26.27
Plastificantes	9.07
Fluidos hidráulicos y lubricantes	6.36
Papel para copia sin carbón	3.50
Usos industriales misceláneos	2.07
Fluidos de transferencia de calor	1.59
Aditivos de petróleo	0.15
TOTAL	100

FUENTE: CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT (1990)

Se distinguen los BPC's para aplicaciones técnicas según el porcentaje en peso de cloro. Las mezclas que más aparecen en los productos industriales son:

- 42% peso de cloro- principalmente triclorobifenilos.
- 48% peso de cloro- principalmente tetraclorobifenilos.
- 54% peso de cloro- principalmente pentaclorobifenilos.
- 60% peso de cloro- principalmente hexaclorobifenilos.

Actualmente, en países desarrollados estas aplicaciones están reguladas o prohibidas. En México, para el año 2000 los BPC's en almacenamiento así como los BPC's en sitios sensibles deberán haber sido dispuestos, de la misma forma para el año 2008 deberán estar eliminados los BPC's de equipos en operación.

1.2.4. CARACTERISTICAS COMERCIALES.

Los Bifenilos Policlorados fueron producidos tanto en Europa como en Estados Unidos y otros países, registrando cada fabricante su propia marca. La producción mundial se estima en 1'185,000 toneladas de BPC's puros, de los cuales 700,000 (59%) corresponden a Estados Unidos, 295,000 (25%) a Europa, 116,000 (10%) a Japón y 74,000 (6%) a Rusia.

Los BPC's se comercializaron con diferentes nombres y cada marca contenía diferentes mezclas. La diferencia principal entre los BPC's comerciales utilizados en capacitores y transformadores, es que en los primeros se utilizaban puros y en los segundos se diluían con triclorobenceno. Por otro lado, en la siguiente tabla se presenta una lista de las compañías productoras de BPC's, el nombre comercial que utilizaban para nombrar al BPC's y los países que utilizaban este producto.

TABLA 1.4. BPC's COMERCIALES Y SUS PRODUCTORES.

NOMBRE COMERCIAL	COMPANÍA MANUFACTURERA	PAIS
Clophen	Bayer	Alemania Occ.
Dk	Caffaro	Italia
Fenclor	Caffaro	Italia
Inclor	Caffaro	Italia
Apirolio	Caffaro	Italia
Aroclor o Aroclor B	Monsanto	Reino Unido y E.U.
Pyroclor	P.R. Mallory	Europa
Pyralene	Prodelec	Francia
Phenoclor	Prodelec	Francia
DP	Prodelec	Francia
Delor	Chemco	China
Sovol, Sovtol, Soviol	Sovol	Rusia
Asbestol	American	EU
Diaclor o Diachlor	Sangamo Electric	EU
Therminol	-	EU
No Flamol	Wagner Electric	EU
Askarel	-	EU
Montar	-	EU
Inerteen	Westinghouse	Canadá y EU

FUENTE: MONOGRAFIA OCDE C 87/2, 1988.

TABLA 1.4. BPC's COMERCIALES Y SUS PRODUCTORES.
(Continuación)

NOMBRE COMERCIAL	COMPAÑIA MANUFACTURERA	PAIS
Pyranol	General Electric	Canadá y EU
Kanechlor	Kanegafichi	Japón
Santotherm	Mitsubishi	Japón
Aceclor	Acec	Bélgica
Clorinol o Clorinal	Sprage Electric Co.	EU
Dycanol o Dikanol	Cornell Dubille	EU
Elemex	McGraw Edison	EU
Eucarel	Electrical U	EU
Hyvol	Aerovox	EU
Saf-T-Kuhl	Kuhlmann Electric	EU

FUENTE: MONOGRAFIA OCDE C 87/2, 1988.

De las marcas comerciales mencionadas en la Tabla 1.4, las de *Askarel* y *Clophen* son las que más aparecen como líquidos refrigerantes de transformadores.

Se componen de BPC's y un detergente, en la mayoría de los casos Triclorobenceno, para reducir la viscosidad (70% BPC's con 30% 1,2,4,-Triclorobenceno).

Otros términos comerciales con que se conoce a los BPC's están dados en la Tabla 1.5, que es mostrada abajo.

TABLA 1.5. OTROS TERMINOS COMERCIALES PARA BPC's.

Adkarel	EE-118	Pydraul
Auxol	Elaol	Sannthosafe
Bakola	Electrophenyl	Santosol
Chlorextol	Hydol	Santowax
Cloresil	Leromoli	Sat-T-America
Chreen	Kennechlor	Sorol
Diaclor	MCS 1489	Terphynechlor
Dykanol	Nepolin	Therminol FR

FUENTE: MONOGRAFIA OCDE C 87/2, 1988.

Si alguno de estos nombres aparece en la placa de especificación de cualquier equipo industrial, indica que contiene BPC's y está sujeto a regulación ambiental.

1.3. PROBLEMATICA.

Además de todas las características que hicieran de los BPC's un excelente aislante, presentan características indeseables que los hacen riesgosos para la salud y el medio ambiente.

Tomando como base los criterios y procedimientos del Programa de Gestión Ambiental de Sustancias Tóxicas de atención prioritaria elaborado por el Instituto Nacional de Ecología (INE), para clasificar a las sustancia como tóxicas y prioritarias, se sabe, que si una sustancia cumple con los dos primeros de los siguientes puntos, será considerada de *nivel de prioridad 1*, y si cumple con los cuatro, será de *nivel de prioridad 2*. Los puntos son los siguientes:

- 1) *Que sea predominantemente de origen antropogénico.* Es decir sustancias generadas por el hombre, predominantemente productos y procesos en los que sean liberados por ellos al ambiente.
- 2) *Que sea tóxico.* Además de haber sido identificado nacional e internacionalmente por su capacidad de producir efectos adversos en los organismos vivos, esté presente en el territorio nacional en concentraciones que constituyan un riesgo para la población.
- 3) *Que sea persistente.* Que tenga una vida media en el ambiente igual o superior a dos días en aire, seis meses en agua, un año en sedimentos, seis meses en suelo, o que exista evidencia de su movilización a largas distancias.
- 4) *Que sea bioacumulable.* Tendrá un factor de bioacumulación o bioconcentración igual o superior a 5 mil y un coeficiente de reparto octanol/agua igual o superior a cinco.

Los BPC's son tóxicos, persistentes, se bioacumulan y son antropogénicos por lo cual están considerados como sustancias de nivel de prioridad 2. Además de todo esto, la no biodegradación que hicieron a los BPC's útiles para muchos propósitos industriales, los han hecho peligrosos ya que se han encontrado niveles altos de ellos en las cadenas alimenticias. Este proceso ecológico se inicia por el transporte de los BPC's por aire, suelo y agua que a su vez es generado por el mal manejo de los mismos; de esta manera llega hasta los mares hasta entrar en contacto con el plancton (animal o planta más simple), pasa a los peces, a los pájaros, hasta llegar a los humanos. En realidad, pueden biomagnificarse en la cadena alimenticia, esto es, que su movimiento a través de la misma genera incrementos de concentración.

Desafortunadamente, los BPC's pueden entrar al cuerpo humano a través de piel, tracto gastrointestinal y pulmonar, y se acumulan en los tejidos grasos.

Su presencia puede afectar al sistema reproductor humano, causando tumores malignos y mutaciones, ya que es también teratogénico.

Otro problema que presentan, es la emisión de gases de policlorodibenzofuranos (PCDF), Figura 3 y policlorodibenzodioxinas (PCDD), Figura 4 durante la combustión de los BPC's.

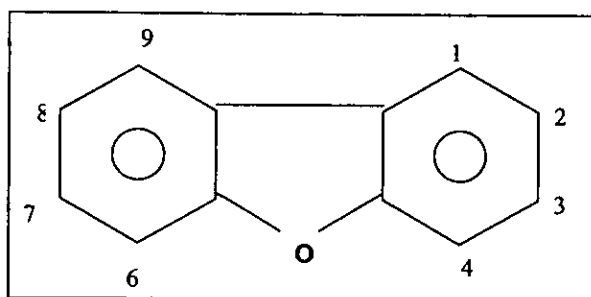


FIGURA 3. ESTRUCTURA MOLECULAR DE PCDF

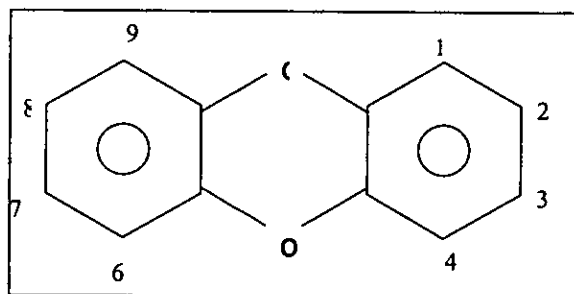


FIGURA 4. ESTRUCTURA MOLECULAR DE PCDD

Estos compuestos son igual o más peligrosos que BPC's, dependiendo de la posición y número de átomos de cloro, contenidos en la molécula.

Accidentes ocurridos En Europa Occidental relacionados con la industria eléctrica en la Tabla 1.6.

TABLA 1.6. ACCIDENTES CON BPC's.

CIUDAD-PAIS	FECHA	INSTALACION
Belfast, Irlanda del Norte	Agosto, 1981	Estación de transformadores
Frankfurt, Alemania Occ.	Septiembre, 1983	Estación de transformadores
Svöde, Suecia	Agosto, 1983	Capacitor incendiado
Surahammar, Suecia	Agosto, 1983	Capacitor incendiado
Kisa, Suecia	Septiembre, 1982	Capacitor incendiado
Estocolmo, Suecia	Agosto, 1981	Explosión de capacitor
Arvika, Suecia	Mayo, 1981	Explosión de capacitor
Imatra, Finlandia	Agosto, 1981	Explosión de capacitor
Hallstahammar, Suecia	Noviembre, 1982	Explosión de capacitor
Hamstad, Suecia	Agosto, 1983	Explosión de capacitor
Termeulen, Holanda	Octubre, 1983	Explosión de capacitor
Reims, Francia	Septiembre, 1985	Explosión de capacitor
Zurich, Suiza	Marzo, 1986	Capacitor Incendiado
Glarus, Suiza	Noviembre, 1987	Capacitor Incendiado
Dietikon, Suiza	Marzo, 1987	Explosión de capacitor
Neuenburg, Suiza	Febrero, 1987	Estación de transformadores

Estos accidentes, representan la prueba feaciente del manejo no apropiado de los BPC's con lo que se generan los PCDF y PCDD y que en realidad son el problema en estos accidentes.

Por lo anteriormente descrito, en México se desarrollan acciones destinadas a la eliminación total de los BPC's en usos dispersos y no dispersos así como material y equipo contaminado almacenado, involucrando a la iniciativa privada para el desarrollo e implementación de tecnologías de eliminación, con lo cual se evita el exportarlos para su disposición y tratamiento.

CAPITULO

DOS

CAPITULO DOS

EFFECTOS A LA SALUD Y AL AMBIENTE.

El factor desencadenador del control de los BPC's ha sido el descubrimiento acerca de las consecuencias adversas para la salud debido al manejo inadecuado, de lo cual son claros ejemplos las intoxicaciones derivadas de la exposición a ellos.

Como consecuencia de lo anterior, se han desarrollado múltiples actividades tendentes a determinar la peligrosidad de los BPC's, identificar y tipificar las fuentes generadoras, establecer el comportamiento de los BPC's en los distintos medios (aire, agua y suelos), evaluar la exposición humana a ellos y estimar la probabilidad de que se produzcan efectos adversos en la salud de los individuos expuestos, en función de la magnitud de la exposición.

2.1. ASPECTOS TOXICOLOGICOS.

Como ya se mencionó antes, los BPC's son sustancias tóxicas, definiendo como tóxico a toda sustancia o residuo para el que se ha encontrado que la exposición de seres humanos a dosis bajas es fatal o bien al ser inhalado, ingerido o al ingresar al organismo a través de la piel, puede provocar efectos agudos o crónicos, incluyendo cáncer.

La evaluación de la exposición corresponde a la estimación cualitativa o cuantitativa de la dosis (cantidad de sustancia que ingresa al organismo), frecuencia, duración y ruta a través de la cual se produce la exposición. En el caso de los BPC's, una dificultad mayor que enfrenta la determinación de la exposición, es que frecuentemente se trata de mezclas complejas en concentración variada y cuyos efectos pueden diferir en esas condiciones.

La forma más directa de determinar la exposición, es por medio del análisis de la concentración de los BPC's, en muestras de tejidos o fluidos biológicos de las personas expuestas.

Los BPC's difieren en su potencia, ya que para producir el mismo efecto se requieren dosis diferentes, siendo más potente el que en una cantidad menor produce primero el efecto.

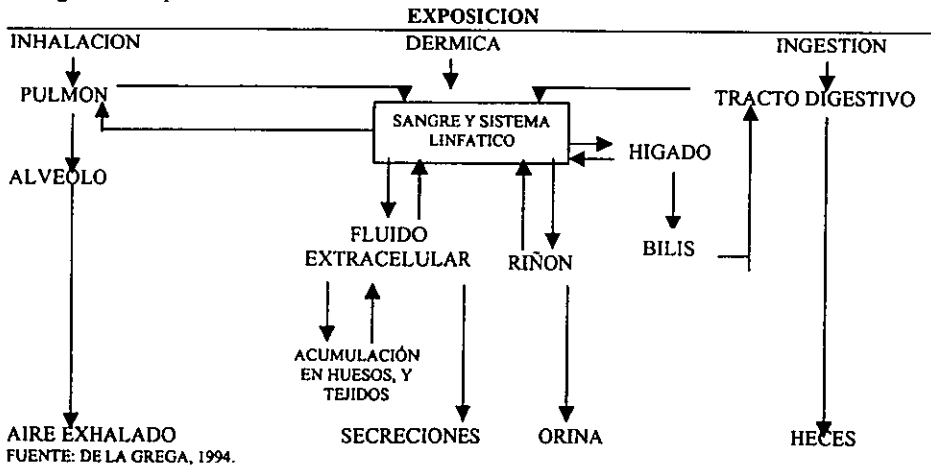
La información acerca de los posibles efectos en la salud, ha sido obtenida a partir de:

- Estudios realizados en animales de experimentación expuestos en forma controlada a los BPC's.
- La evaluación clínica de trabajadores expuestos en el ambiente laboral.
- El examen de personas que accidentalmente entraron en contacto con BPC's.

Asimismo, las etapas de interacción de los BPC's con el organismo humano son:

1. Exposición
2. Absorción
3. Distribución
4. Eliminación
5. Acumulación.

El siguiente esquema muestra lo anterior.



2.2. EFECTOS A LA SALUD

Esta sección identifica la información con relación a la asociación entre los niveles de exposición en sitios de residuos BPC's y efectos adversos a la salud.

Para determinar el efecto adverso en la salud, es necesario considerar período de exposición, dosis, ruta de exposición (inhalación, oral y dermal), que pueden causar efectos: sistémicos (respiratorio, cardiovascular, sanguíneo, hepático, renal), inmunológico, neurológico, de desarrollo, reproductivo, genotóxico y cancerígenos.

La Tabla 2.1, describe las rutas posibles de exposición a través de distintos medios.

TABLA 2.1. RUTAS POSIBLES DE EXPOSICION A TRAVES DE DISTINTOS MEDIOS.

MEDIO	RUTAS DE EXPOSICION
AGUA Superficial subterránea	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingestión directa 2. Contacto dérmico y/o reacción Contacto ocular y/o reacción 3. Inhalación secundaria a usos domésticos
AIRE Intramuros extramuros	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inhalación 2. Diseminación de BPC's inhalados capturados por los macrófagos pulmonares
SUELO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingestión directa (por ejemplo en niños de 9 meses a 5 años) 2. Absorción dérmica 3. Inhalación de sustancias 4. Inhalación de polvo arrastrado 5. Ingestión de BPC's inhalados capturados por macrófagos pulmonares barridos por las células mucociliares
ALIMENTOS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingestión de plantas, animales o productos contaminados, secundaria a la ingesta de agua contaminada 2. Ingestión de plantas, animales o productos contaminados, secundaria a la ingesta de tierra, polvo o aire contaminados 3. Ingestión de plantas, animales o productos contaminados, secundaria a la inhalación o evapotranspiración de aire contaminado 4. Contacto dérmico con y/o reacción a plantas, animales, productos contaminados, contacto ocular y/o reacción

FUENTE: CORTINAS DE NAVA, MEMORIAS, 1997.

TABLA 2.1 RUTAS POSIBLES DE EXPOSICION A TRAVES DE DISTINTOS MEDIOS. (Continuación).

MEDIO	RUTAS DE EXPOSICION
OTROS MEDIOS lodos sedimentos otros	1. Ingestión directa 2. Contacto dérmico; contacto ocular y/o reacciones 3. Inhalación secundaria a la volatilización o arrastre de medios diversos 4. Ingestión de plantas, animales y productos contaminados, secundaria al contacto con medios diversos contaminados

FUENTE: CORTINAS DE NAVA, MEMORIAS, 1997.

Con lo anteriormente descrito y tomando como base la información proporcionada por los perfiles toxicológicos, se sabe que las rutas de inhalación y oral, representan las rutas más comunes de exposición a las mezclas BPC's.

Estas sustancias se absorben rápidamente en el cuerpo, pero son lentamente metabolizados y excretados. Después de la absorción, se reparten en las fases acuosa y de lípidos en el cuerpo humano. En datos reportados de pruebas realizadas a animales de laboratorio se observó que durante el primer día después de que fueron administrados a los animales de laboratorio, estos se distribuyeron principalmente en el hígado y los músculos. En una segunda fase, los BPC's fueron redistribuidos al tejido adiposo, piel y otros órganos grasos.

El hígado es el principal sitio de metabolismo, por la hidroxilación y conjugación con ácido glucurónico y sulfatos. La razón del metabolismo depende del número y posición de los átomos de cloro.

La excreción es lenta, porque ocurre bioacumulación precisamente a niveles de baja exposición. Los metabolitos de BPC's con un pequeño porcentaje de cloro son eliminados a través de la orina y bilis.

La vida media en una rata va en un rango entre 1y 460 días dependiendo del grado de cloración. Los niveles en el suero humano son generalmente menores a 20 ppb, y los residuos medidos en leche materna humana tienen un rango de 40 a 100 ppb. Los niveles reportados en tejido adiposo van de 1 a 2 ppm.

EFECTOS FISIOLÓGICOS.

En humanos, la toxicidad de los BPC's afecta principalmente la piel, el hígado y se pueden presentar efectos en el desarrollo. Los efectos metabólicos, reproductivos, endócrinos e inmunodepresivos se han observado en animales.

EFFECTOS DERMATOLOGICOS.

El cloroacné es sólo un efecto de la exposición en humanos. No hay confianza en el modelo dosis-respuesta para el cloroacné en poblaciones expuestas, la relación entre la dosis-respuesta puede depender de la predisposición individual. El cloroacné se desarrolla generalmente semanas o meses después de la exposición. Las áreas periorbital y malar son las más frecuentemente afectadas, además las lesiones pueden aparecer también sobre el tórax, brazos, muslos y genitales. Las lesiones más distintivas son quistes y miden de 1 a 10 milímetros (mm). El cloroacné puede resultar no sólo del contacto dérmico sino también de la ingestión y generalmente indica toxicidad sistémica.

EFFECTOS REPRODUCTIVOS Y DE DESARROLLO.

El incidente de Yusho causó efectos fetotóxicos y en el desarrollo en humanos. Dos de las madres de Yusho tuvieron partos con el producto muerto; 10 de 13 infantes tienen pigmentación de piel anormal, 9 de 13 tienen disfunciones oculares.

La evidencia epidemiológica es insuficiente para evaluar el potencial carcinogénico de BPC's en humanos. Además las víctimas de Yusho mostraron una escasa razón de muertes de neoplasma 15 años después del incidente. Los datos registrados en animales de laboratorio muestran que los BPC's causan hepatocarcinomas, tumores pituitarios, leucemia, linfomas y tumores en el tracto gastrointestinal. Sobre la base de estos datos EPA (Environmental Protection Agency) considera que los BPC's son un probable carcinógeno humano.

AFECCIONES DEL SISTEMA RESPIRATORIO.

La inhalación de sustancias presentes en los residuos peligrosos puede producir diferentes problemas respiratorios que varían en función de las concentraciones de BPC's y la forma y severidad y la exposición.

Los posibles trastornos pueden ser: irritación en el tracto respiratorio superior y posible disfunción pulmonar que han sido observados en personas expuestas a BPC's.

AFECCIONES DEL SISTEMA CARDIOVASCULAR

Los estudios asociados a este sistema en particular han resultado negativos e inconclusos para el incremento en la presión sanguínea sobre una asociación entre los niveles de suero BPC's e hipertensión.

AFECCIONES GASTROINTESTINALES.

Se han reportado síntomas no específicos como pérdida de apetito, náusea, dolor de estómago e intolerancia a los alimentos grasos relacionados con los niveles de BPC's en la sangre de trabajadores expuestos a ellos.

EFFECTOS HEPATICOS.

Pruebas clínicas y estudios epidemiológicos indican que la exposición ocupacional severa a los BPC's puede incrementar las enzimas del suero en el hígado.

Los niveles de enzimas frecuentemente muestran patrones inconsistentes, sin embargo, no han sido asociados con disfunciones hepáticas. Algunas investigaciones creen que el aspartato de aminotransferasa y gammatranspeptidasa glutámica son los indicadores más sensibles de la exposición a BPC's en humanos, y que los cambios en esas enzimas del hígado se pueden presentar a bajos niveles de exposición en las que aparece el cloroacné.

El incremento en los niveles de porfirina urinaria se han observado en estudios a trabajadores con bajos niveles de exposición a BPC's. Los cambios en el metabolismo de la porfirina puede dispararse por la inducción de enzimas microsomales del hígado.

AFECCIONES AL SISTEMA NERVIOSO.

Los efectos conocidos hasta hoy son dolor de cabeza, mareos, depresión y fatiga.

La Tabla 2.2, muestra la información existente sobre los efectos a la salud por vía de exposición.

TABLA 2.2. EFECTOS EN LA SALUD POR VÍA DE EXPOSICION.

EFECTO	VIA DE EXPOSICION		
	INHALACION	ORAL	DERMAL
MUERTE			
SISTEMICO AGUDO			
SISTEMICO INTER.			
SISTEMICO CRONICO	⊖	⊖	⊖
INMUNOLOGICO	⊖		
NEUROLOGICO	⊖	⊖	
DESARROLLO	⊖	⊖	⊖
REPRODUCTIVO	⊖	⊖	
GENOTOXICO	⊖		
CANCER	⊖		

FUENTE: TOXICOLOGICAL PROFILES FOR PCB's. 1993

En un tiempo la potencia carcinógena de los BPC's, fue asignada a todos los congéneres por igual, pero la pasada década se valoró el riesgo para todas las categorías de estos complejos organoclorados. Se realizó una aproximación constructiva primero para las dioxinas, donde los factores de equivalencia tóxica fueron establecidos por clase de cloración. De acuerdo a la información más reciente disponible, se estableció una relación similar para los congéneres de los BPC's. tal que los pentaclorobifenilos son la clase de congéneres más tóxica, seguida por los hexaclorobifenilos y tetraclorobifenilos.

Según la clasificación de la EPA (Environmental Protection Agency), llamado sistema de clasificación de carcinogenicidad de acuerdo a la evidencia que se presenta en la siguiente Tabla, los BPC's están en el Grupo B2.

GRUPO	DESCRIPCION
A	Cáncer humano
B1	Probable cáncer humano
B2*	Probable cáncer humano
C	Posibilidad de cáncer humano
D	No clasificable como cáncer humano
E	Evidencia de no cáncer en humanos

* B1 indica que los datos son limitados en humanos, B2 indica evidencia suficiente en animales e inadecuado o no evidente en humanos.
FUENTE: DE LA GREGA (1994)

La toxicidad aguda de los BPC's es relativamente baja con una Dosis Letal (DL₅₀) de 4g/Kg de peso corporal, la dosis letal significa que es la dosis usualmente expresada como mg/Kg peso corpóreo, al cual sólo el 50% de los organismos sobrevive. Debido a esto, anteriormente no había preocupación alguna sobre los posibles efectos de los BPC's sobre la salud humana, hasta que se presentaron varios de los incidentes antes mencionados.

En conclusión los principales efectos que se llegan a presentar son, cloroacné, hinchazón de párpados, pigmentación de uñas, fatiga, náuseas, vómito, diarrea, lesiones hepáticas, carcinomas, entorpecimiento de brazos y piernas, trastornos nerviosos, genéticos, inmunosupresión y alteraciones en la reproducción.

Las concentraciones de BPC's que se han considerado en diferentes países como las máximas aceptables que no provocan daño a la salud son las siguientes:

Ingestión diaria	5-10 mg
Tejido adiposo	1-700 mg/Kg
Sangre	0.3-200 mg/100 ml
Leche materna	0.014-0.103 mg/l

FUENTE: MONOGRAFIA OCDE C 87/2, 1988.

Los datos toxicológicos están basados en observaciones de: poblaciones humanas que han estado expuestas a una sustancia particular, generalmente en su sitio de trabajo y en animales de laboratorio que han sido probados bajo condiciones controladas.

2.3.CONSECUENCIAS AMBIENTALES.

La gran producción de los BPC's en el mundo y su inadecuado control, provocó que se propagaran en el ambiente, contaminando el agua (ríos, lagos y mar), la atmósfera y el suelo (tierra y sedimentos). Hasta hoy se sabe que aproximadamente el 40 % de la producción de BPC's ha entrado al ambiente.

La contaminación de depósitos de agua (ríos o lagos), se puede dar por dos fuentes: atmosféricas y no atmosféricas, dependiendo de la ubicación o distancia que estos depósitos tengan en relación con las fuentes de emisión.

Para la fuente atmosférica, los conceptos principales son los siguientes:

BPC's utilizados en pinturas, plastificantes y otros.

Productos de incineración incompleta y la evaporación en rellenos industriales.

Sistemas hidráulicos y equipos con gran contenido de BPC's (ya sean en servicio o en almacén).

Los niveles normalmente detectados en el aire y en el suelo son muy bajos, pero como se mencionó anteriormente los BPC's se disuelven rápidamente en hidrocarburos y grasas.

Con respecto a las fuentes no-atmosféricas se pueden considerar los derrames cerca de mantos freáticos, la disposición intencional o accidental de BPC's en sistemas de alcantarillado, canales, ríos y lagos, entre otros.

Los BPC's se han encontrado en concentraciones significativas en canales, ríos, lagos y sedimentos alrededor del mundo; dispersos en la flora y fauna silvestre, y recientemente, se les ha identificado en la leche materna.

Las siguientes concentraciones de BPC's se han considerado en diferentes países tales como, Alemania, Estados Unidos y Canadá como las máximas aceptables que no provocan daño al ambiente:

MEDIO	CONCENTRACION
AIRE	0.8-50 mg/m ³
AGUA	0.5-500 mg/L
SUELO	0.06-500 mg/Kg

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA, 1997

CAPITULO

TRES

CAPITULO TRES.

POLITICAS PARA EL MANEJO DE BPC's.

3.1. LEGISLACION AMBIENTAL NACIONAL.

Como consecuencia del manejo inapropiado de BPC's, se han desarrollado múltiples actividades tendentes a determinar la peligrosidad de los mismos, identificar y tipificar las fuentes generadoras, establecer el comportamiento de estas sustancias en los distintos medios (aire, agua y suelo), y estimar la probabilidad de que produzcan efectos adversos en la salud de los individuos expuestos, en función de la magnitud de la exposición. Con base en la información generada a través de todas esas actividades, se han elaborado disposiciones legales para sustentar la gestión de los BPC's y prevenir y reducir sus riesgos.

3.1.1. PROGRAMA DE MEDIO AMBIENTE.

El Programa de Medio Ambiente 1995-2000 (PMA), se publicó en el DOF del 3 de Abril de 1996. El PMA comparte el mismo objetivo que el Plan Nacional de Desarrollo: "armonizar el crecimiento económico con el restablecimiento de la calidad del medio ambiente, promoviendo la conservación y el aprovechamiento racional de los recursos naturales".

El Programa de Medio Ambiente 1995-2000, intenta de manera particular asegurar el cumplimiento de la legislación ambiental vigente, a través de la inspección continua y la autorización de funcionamiento exclusivamente a quienes presenten procesos productivos con tecnologías limpias. Asimismo promueve la participación social para la conservación del equilibrio ecológico.

Los BPC's encajan en los siguientes rubros del Programa: se tiene que en materia de residuos y sustancias tóxicas, el PMA señala dentro de sus objetivos específicos el "prevenir y controlar la contaminación del suelo, mediante el tratamiento adecuado de los desechos industriales y el manejo correcto de sustancias peligrosas".

El Programa adquiere viabilidad y operatividad a partir de instrumentos como son las Normas Oficiales Mexicanas, la regulación directa y el licenciamiento industrial; instrumentos económicos, evaluación de impacto ambiental; ordenamiento ecológico del territorio; regulación ambiental para el desarrollo urbano sustentable; regulación directa de residuos y riesgo ambiental; autorregulación; establecimiento y manejo de áreas naturales protegidas; regulación directa de vida silvestre; información ambiental; convenios, acuerdos y participación social; educación e investigación, estímulos al cumplimiento de la Ley e inspección y vigilancia.

En el rubro de metas indica que "se incrementarán las plantas de tratamiento, incineración conforme a las necesidades de los municipios y de los corredores industriales. Paralelamente se complementará el inventario de residuos industriales.

La ejecución de acciones incluye: autorizando sólo a los procesos industriales que utilicen tecnologías limpias, la renovación permanente de inventarios de residuos industriales, la instalación en los corredores y ciudades industriales, de plantas de tratamiento físico, químico o biológico y de incineración.

3.1.2. PROGRAMA PARA LA MINIMIZACION Y MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS.

El Programa pretende reemplazar toda actividad de confinamiento por procesos de producción que minimicen la generación de desechos, a través de la implementación de diversas estrategias.

El Programa se ajusta al Artículo 39, de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, que será descrito más adelante, en el sentido de la disposición prohibida para los BPC's.

A partir de elementos de diagnóstico, tendencias compatibles con la situación actual, avances tecnológicos y aspiraciones de protección ambiental, el Programa establece los siguientes objetivos básicos:

- Eliminar los riesgos a la salud y al ambiente provocado por el manejo inadecuado de los BPC's.
- Dar un manejo racional de BPC's; equipos y materiales contaminados y residuos de BPC's.

Para alcanzar estos objetivos se requiere implementar estrategias que a su vez desemboquen en las siguientes acciones específicas:

- ☞ Minimización de residuos de empresas industriales.
- ☞ Atención a zonas, ramas industriales y corrientes críticas.
- ☞ Vigilancia eficiente.
- ☞ Modernización de la regulación directa.
- ☞ Desarrollo del sistema de información.
- ☞ Promoción de inversiones en servicios de infraestructura.
- ☞ Capacitación y comunicación social.
- ☞ Cooperación internacional.

3.1.3. PROGRAMA DE GESTION AMBIENTAL DE SUSTANCIAS TOXICAS DE ATENCION PRIORITARIA.

El Programa pretende modernizar todo el panorama de gestión ambiental de sustancias tóxicas, empleando como instrumentos para su desarrollo los siguientes puntos:

- ☞ Monitoreo ambiental y evaluación de riesgos ecotoxicológicos mediante el conocimiento de la magnitud de la contaminación ambiental y de la exposición.
- ☞ Sistema de información sobre sustancias tóxicas de atención prioritaria, generando datos confiables, y un sistema adecuado de acceso a la información para fundamentar decisiones, tanto público como privado.
- ☞ Concertación con la industria.
- ☞ Foros científico-técnicos.
- ☞ Aspectos económicos y normativos.
- ☞ Capacitación y comunicación social.
- ☞ Aspectos financieros.

Todo lo anterior basado en la formulación de una política ambiental y la expedición de la normatividad; diseñando, desarrollando y aplicando instrumentos económicos que incentiven el cumplimiento de los objetivos, promocionando procesos voluntarios de autorregulación ambiental para empresas; fomentando auditorías ambientales, elaborando normas sobre materiales peligrosos, determinando restricciones arancelarias y no arancelarias relativas a la importación y exportación de materiales peligrosos y regulando el manejo de materiales y residuos peligrosos, etc.

3.1.4. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE.

La LGEEPA se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el 28 de Enero de 1988, y entró en vigor el 1° de Marzo del mismo año, siendo modificada el 13 de diciembre de 1996. Esta Ley proporciona instrumentos de política y de gestión en materia ambiental, definiciones de conceptos fundamentales a fin de aplicarlos a las distintas acciones reguladas por la misma, de igual manera asegura la congruencia de todo lo anterior con las leyes sobre normalización, procedimientos administrativos y organización de la Administración Pública Federal.

Asimismo dispone que la Federación sea la encargada de proponer disposiciones y expedir normas técnicas así como controlar y regular las actividades consideradas como altamente riesgosas y de la generación, manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos. Esta también impondrá las sanciones, en las circunstancias que lo requieran y que considere propias, para la conservación del equilibrio ecológico.

Las siguientes disposiciones son aplicables a los BPC's:

De la distribución de competencias	
Artículo 5º	Referente a la regulación y control de las actividades riesgosas.
De la Evaluación del Impacto Ambiental	
Artículo 28	Referente a las autorizaciones de la Secretaría en materia de Impacto Ambiental, prevención y control del suelo.
De Materiales y Residuos Peligrosos	
Artículo 150	Referente a la regulación del manejo de residuos peligrosos
Artículo 151	Referente a las responsabilidades de los generadores de residuos peligrosos.
Artículo 151 Bis	Referente a las autorizaciones previas para sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos.
Artículo 152	Referente a los programas de prevención y reducción de la generación de residuos peligrosos.
Artículo 152 Bis	Referente a la responsabilidad del generador por contaminación del suelo de realizar acciones de recuperación y restablecimiento de condiciones del mismo.
Artículo 153	Referente a las restricciones de importación y exportación.

FUENTE: LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE, 1996.

3.1.5. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS.

El Reglamento fue publicado en el DOF, el 23 de noviembre de 1988, entró en vigor al día siguiente de su publicación. El reglamento derogó al "Decreto relativo a la importación o exportación de materiales o residuos peligrosos que por su naturaleza pueden causar daños al medio ambiente o a la propiedad o constituyen un riesgo a la salud o bienestar públicos", publicado en el DOF el 19 de enero de 1987, por lo que respecta a los residuos peligrosos. Este Reglamento rige en todo el territorio nacional y tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en lo de se refiere a residuos peligrosos y su aplicación compete a la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca.

A través de él se regula a los residuos peligrosos en ámbitos como el control, autorizaciones de construcción, instalación y operación de sistemas de manejo, de importación y exportación, evaluación de impacto ambiental, fomento al establecimiento de plantas de tratamiento, actualización de registros de generación y promoción de la participación social para el desarrollo de actividades y procedimientos para un manejo seguro. Los artículos aplicables a los BPC's son los siguientes:

De las disposiciones generales	
Artículo 6°	Acerca de la realización de pruebas y análisis conforme a las normas técnicas, para la determinación de residuos peligrosos.
De la generación de residuos peligrosos	
Artículo 8°	Acerca de las responsabilidades y obligaciones de los generadores de residuos peligrosos.
Del manejo de residuos peligrosos	
Artículos 10, 11, 12	Acerca de los trámites de autorización para el manejo de residuos peligrosos
Artículo 13	Acerca de la contratación de servicios de manejo de residuos peligrosos.
Artículos 14, 15, 16 y 19	Acerca de las condiciones de almacenamiento de residuos peligrosos
Artículos 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 y 29	Acerca de las condiciones de transporte y de las responsabilidades y obligaciones de las empresas transportistas.
Artículo 38	El manejo de BPC's deberá sujetarse a lo dispuesto en el Reglamento y a las Normas técnicas que al efecto se expidan
Artículo 39	Se prohíbe la disposición final de BPC's, o residuos que los contengan en confinamientos controlados y en cualquier otro sitio. Estos residuos sólo podrán destruirse de acuerdo a las Normas Técnicas correspondientes, bajo cualquiera de los siguientes métodos 1. Químicos catalíticos en el caso de residuos con baja concentración 2. Incineración, tratándose de residuos que contengan cualquier concentración.
De la importación y exportación de residuos peligrosos	
Artículos 43-57	Acerca de las condiciones de importación y exportación

FUENTE: REGLAMENTO EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS, 1988.

3.1.6. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL.

Este reglamento al igual que el antes citado fue publicado 23 de noviembre de 1988 y entró en vigor al día siguiente, tiene observancia en el ámbito nacional y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal a través de la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca.

A través de él se regula la autorización para la realización de obras o actividades, particularmente las referidas en el artículo 5º fracción VII relativas a las instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos. Además establece la presentación de un informe preventivo para quien pretenda realizar una obra o actividad que requiera autorización previa considerando que el impacto ambiental de dicha obra no causará desequilibrio ecológico, de resultar insuficiente la información proporcionada, la Secretaría podrá requerir información adicional.

Las manifestaciones de Impacto Ambiental se podrán presentar en tres modalidades: General, Intermedia o Específica. El formato General se presentará en el caso de instalaciones de manejo de residuos peligrosos y las siguientes en requerimiento de la Secretaría cuando las características y magnitud del impacto ambiental hagan necesaria la presentación de información más precisa y diversa.

3.1.7. REGLAMENTO PARA EL TRANSPORTE TERRESTRE DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS (SCT).

El Reglamento fue publicado en el DOF el 7 de abril de 1993. Su objeto es regular el transporte terrestre (automotriz y ferroviario) de materiales y residuos peligrosos, para ello clasifica a las sustancias peligrosas considerando sus características físicas y químicas, además especifica las características de envasado y embalaje que se requieren para un manejo seguro, así como la identificación y el equipamiento de los vehículos motores o unidades de arrastre utilizados, además incluye las medidas preventivas durante el trasvase en vías de jurisdicción federal, y la indispensable capacitación del personal requerido para la transportación de residuos. Además delimita responsabilidades, establece fianzas y sanciones en caso de algún siniestro. En la clasificación de las sustancias peligrosas, con base en sus características físicas y químicas los Bifenilos Policlorados se encuentran en la de residuos tóxicos en la clase 6.

3.1.8. NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

El artículo 40 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN) indica que la Norma Oficial Mexicana (NOM) es una regulación obligatoria que contiene las características o especificaciones que deben cumplir aquellos productos y procesos cuando éstos puedan constituir un riesgo para la persona o dañar la salud humana, animal, vegetal, el medio ambiente general y laboral o para la preservación de los recursos naturales.

En materia de residuos peligrosos, el artículo 40 señala:

Las Normas Oficiales Mexicanas tendrán como finalidad establecer:

XVII. Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos para el manejo, transporte y confinamiento de materiales y residuos industriales peligrosos y de las sustancias radiactivas.

Lo anterior se reafirma en el artículo 152 de la LGEEPA al indicar que los materiales y residuos peligrosos deben ser manejados de acuerdo con las Normas Técnicas Ecológicas (NTE's) y procedimientos que establezca la SEMARNAP y demás dependencias involucradas. Las NTE's según el artículo 36 de la LGEEPA, son el conjunto de reglas científicas o tecnológicas emitidas por la SEMARNAP, que establecen los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en el desarrollo de actividades o uso y destino de bienes, que causen o puedan causar desequilibrio ecológico o daño al ambiente, uniformando principios, criterios, políticas y estrategias en la materia.

Dado que los Bifenilos Policlorados en México representan un riesgo potencial para la salud, el medio ambiente y el equilibrio ecológico, se elaboró una Norma que permita emplear mecanismos técnicos y jurídicos para el manejo adecuado de los BPC's y sus residuos.

Por lo anterior el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-133-ECOL-1999, tiene como objetivo principal el establecer las características y especificaciones para el uso, almacenamiento, tratamiento, reciclaje, destrucción y transporte de equipos, productos, materiales sólidos y fluidos que contienen y/o están contaminados con Bifenilos Policlorados.

Su campo de aplicación es de observancia obligatoria para todas las personas físicas o morales que generen o posean equipos, productos, materiales sólidos o fluidos que contienen BPC's; residuos sólidos y líquidos, así como para las empresas que presten servicios relacionados con el manejo de los mismos.

Dentro de los puntos más importantes a considerar de esta NOM, resalta lo siguiente:

Definiciones y especificaciones aplicables.- En donde se señalan las responsabilidades del generador¹, así como las actividades previas y posteriores al retiro de operación y desincorporación de equipo.

Restricciones para el uso de Bifenilos Policlorados.- En las cuales se especifican las prohibiciones de uso de BPC's en concentraciones mayores a 50 ppm, en sistemas cerrados y en sitios sensibles².

¹ Generador. Persona física o moral que genere o esté en posesión de BPC's, equipos BPC's, equipo eléctrico BPC's y residuos sólidos o líquidos que los contengan.

² Sitios sensibles. Instalaciones no industriales con afluencia de personas, que represente un riesgo potencial de exposición a BPC's y sitios donde se procesen o distribuyan alimentos.

Métodos de clasificación.- Especifica las características de los equipos en operación y fuera de servicio, materiales y fluidos almacenados considerados como contaminados, además de especificar que las pruebas de identificación deberán estar avaladas por un laboratorio acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditamiento.

Etiquetado y marcado.- Señala los lugares, equipos y residuos que deben estar señalizados y etiquetados y la forma, tamaño y formato de las etiquetas, marcas y letreros.

Almacenamiento.- Indica el tipo de residuos o equipos que podrán almacenarse, el tiempo, las características de la instalación y las especificaciones de los envases para fluidos.

Transporte.- Delimita su transporte por las vías terrestre y marítima.

Tratamiento, destrucción, reciclaje y disposición final.- Considera las responsabilidades de las empresas de servicio de reparación y tratamiento, enmarca los parámetros necesarios para que un material, equipo, o residuo pueda ser tratado, descontaminado, reparado o puesto en operación nuevamente, los niveles de limpieza mediante procesos físicos, químicos o biológicos deben alcanzar concentraciones menores a 2 ppm. Su exportación requerirá autorización previa de la Secretaría y sólo en los términos de tratamiento, descontaminación, reciclaje o destrucción, nunca para su confinamiento.

Las normas de referencia utilizadas para la elaboración de esta Norma son las siguientes:

NOM-052-ECOL-1993, que establece las características de los residuos peligrosos y el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. Considera a los BPC's un residuo peligroso en su Anexo 3 Tabla 2 dentro de la clasificación de residuos peligrosos por fuente no específica con la clave INE RPNE 1.1/04.

NOM-053-ECOL-1993, que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

NOM-054-ECOL-1993, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993.

NOM-002-SCT2/1994. Listado de las sustancias y materiales peligrosos más usualmente transportados.

NOM-003-SCT2/1994. Para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos. Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de materiales y residuos peligrosos.

NOM-004-SCT2/1994. Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos.

NOM-005-SCT2/1994. Información de emergencia para el transporte terrestre de sustancias materiales y residuos peligrosos.

NOM-007-SCT2/1994. Marcado de envases y embalajes destinados al transporte de sustancias y residuos peligrosos.

NOM-010-SCT2/1994. Disposiciones de compatibilidad y segregación, para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.

NOM-011-SCT2/1994. Condiciones para el transporte de las sustancias, materiales y residuos peligrosos en cantidades limitadas.

NOM-012-SCT2/1994. Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en los caminos y puentes de jurisdicción federal.

NOM-019-SCT2/1994. Disposiciones generales para la limpieza y control de remanentes de sustancias y residuos peligrosos en las unidades que transportan materiales y residuos peligrosos.

NOM-023-SCT2/1994. Información técnica que debe contener la placa que portarán los autotanques, recipientes metálicos intermedios para granel y envases con capacidad mayor a 500 litros que transportan materiales y residuos peligrosos.

NOM-024-SCT2/1994. Especificaciones para la construcción y reconstrucción, así como los métodos de prueba de los envases y embalajes de las sustancias, materiales y residuos peligrosos.

NOM-043-SCT2/1994. Documento de embarque de sustancias materiales y residuos peligrosos.

Proyecto de Norma Oficial Mexicana **NOM-098-ECOL/1999**, Incineración de Residuos, Especificaciones de Operación y límites de emisión de contaminantes.

Se vigilará el cumplimiento de esta NOM por parte de la Secretaría a través de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), y sus violaciones se sancionarán en los términos de la LGEEPA.

3.2. CONVENIOS Y ACUERDOS INTERNACIONALES.

El Tratado de Libre Comercio de América del Norte es el primer tratado comercial que señala como uno de sus objetivos el Desarrollo Sustentable. En consecuencia, los gobiernos de los tres países integrantes (México, Canadá y Estados Unidos) acordaron reforzar la elaboración y aplicación de sus leyes y reglamentos en materia ambiental. Además se espera que con este tratado los aranceles para equipo anticontaminante y tecnología con procesos limpios disminuyan y se difunda su empleo.

Para cumplir con las disposiciones de este tratado se han contraído compromisos a nivel internacional tendentes a impulsar y desarrollar dichos objetivos.

Debido a que México en el caso específico de los BPC's, autoriza la exportación de los mismos para su tratamiento o destrucción los siguientes documentos son importantes para llevar a cabo tales movimientos.

3.2.1. CONVENIO DE LA PAZ.

El Convenio entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América sobre Cooperación para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Zona Fronteriza reconoce la importancia de un medio ambiente sano para el bienestar económico y social de ambos países, y establece las bases de cooperación entre ambos para la protección, mejoramiento y conservación del ambiente en el área situada hasta 100 kilómetros de ambos lados de la línea divisoria terrestre y marítima.

Las formas de cooperación previstas incluyen la coordinación de programas nacionales, intercambios científicos y educativos, sistemas de notificación para situaciones de emergencia, monitoreo ambiental, evaluación de impacto ambiental, intercambios periódicos de información y datos sobre fuentes posibles de contaminación en el territorio de ambas naciones.

El Convenio sobre Cooperación para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Zona Fronteriza se firmó en La Paz, Baja California Sur el 14 de agosto de 1983. Consta de 23 artículos y posee cinco anexos, dentro de los cuales el Anexo III referente a la cooperación entre los Estados Unidos de Norteamérica y los Estados Unidos Mexicanos sobre movimientos transfronterizos de residuos peligrosos y sustancias peligrosas es en el que empatan los Bifenilos Policlorados.

Dicho Anexo, busca asegurar las actividades transfronterizas de residuos peligrosos, a manera de reducir o prevenir los riesgos a la salud pública y a la calidad del medio ambiente, cooperando efectivamente en lo referente a su exportación e importación; así mismo por medio de veinte artículos en los que se plantea una serie de regulaciones para los movimientos, plazos a ser cumplidos, notificaciones necesarias entre ambas partes, requisitos, arreglos para el intercambio de información entre los países y resguardo de la misma, todo esto con el fin de tener un marco regulatorio de movimientos transfronterizos que permita proteger el medio ambiente y la salud de ambos territorios.

Cabe señalar que desde 1987, Estados Unidos de Norteamérica, cerró sus fronteras a la exportación de Bifenilos Policlorados.

3.2.2. ORGANIZACION PARA LA COOPERACION Y EL DESARROLLO ECONOMICO (OCDE).

La OCDE es un foro de consulta intergubernamental que fue creado el 14 de diciembre de 1960. El Consejo puede emitir Decisiones y Recomendaciones. Las primeras son obligatorias, las segundas son expresiones de voluntad política, no obligatorias, pero su incumplimiento puede ser cuestionado por el Consejo.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico engloba a 25 países con alto desarrollo tecnológico, de la cual forma parte México.

Esta Organización trata temas referentes a productos químicos, prevención y control de la contaminación, gestión de desechos, estado del ambiente y políticas ambientales. Prohíbe la exportación e importación de residuos peligrosos a países no miembros por carecer de la infraestructura adecuada. Por otra parte clasifica a los residuos en tres grandes grupos: VERDES: considerados como no peligrosos, AMBAR: definidos como peligrosos pero su exportación e importación puede ser amparada, y ROJOS: clasificados como peligrosos y deben sujetarse a controles muy estrictos.

Dentro de la clasificación ROJA se encuentran los residuos que "contienen" o están "contaminados con", aquí encontramos a los Bifenilos Policlorados

RA. RESIDUOS CONTENIENDO PRINCIPALMENTE CONSTITUYENTES ORGANICOS, QUE ADEMÁS PUEDEN CONTENER MATERIALES INORGANICOS Y METALES.

RA-010 Residuos, sustancias y artículos que comprenden, contienen o están contaminados con BPC's y/o Terfenilos Policlorados (TPC's), incluyendo algún otro polibromado análogo de esos compuestos a un nivel de concentración de 50 mg/Kg o más.

En materia de residuos peligrosos se han adoptado cinco Decisiones de un total de trece emitidas en el rubro ecológico:

C 83/180 Movimientos transfronterizos de residuos peligrosos.

C86/64 Exportación de residuos peligrosos desde el área de la OCDE.

C 87/2 Medidas adicionales para la protección del ambiente por el control de los Bifenilos Policlorados, en las que se dan una serie de iniciativas tanto a nivel internacional como nacional para limitar el uso de Bifenilos Policlorados.

C88/90 Definición y clasificación de residuos peligrosos.

C 90/178 Reducción de movimientos transfronterizos de residuos.

C 92/39 Movimientos transfronterizos destinados a actividades de recuperación, listado ámbar, verde y rojo.

En el sistema de control OCDE para movimientos transfronterizos de residuos destinados para operaciones de recuperación se mencionan a los BPC's en las siguientes Tablas:

Tabla Y.- Lista de residuos a ser controlados.

Y10.- Artículos o sustancias residuos conteniendo o contaminados con BPC's y/o TPC's y/o BPB's.

Tabla 1.- Razón por la cual los materiales son propuestos para disposición

Q12 Materiales adulterados [e.g. aceites contaminados con BPC's, etc].

Tabla 3.- Tipos genéricos de residuos potencialmente peligrosos.

10.- Sustancias, residuos y artículos que contienen o están contaminados con BPC's y/o, TPC's y/o, BPB's.

Tabla 4.- Constituyentes de residuos potencialmente peligrosos.

C32.- BPC's y/o, TPC's y/o, BPB's.

3.2.3. CONVENIO DE BASILEA.

El Convenio de Basilea es un importante adelanto en la protección del medio ambiente, mediante la regulación jurídica de los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos, al establecer un marco de obligaciones generales para los Estados Partes con vistas fundamentalmente a reducir al mínimo la generación de residuos peligrosos y el movimiento transfronterizo de éstos, asegurar su manejo ambientalmente racional, promover la cooperación internacional para esos fines, crear mecanismos de coordinación y seguimiento, y regular la aplicación de procedimientos de solución.

Sus artículos desarrollan, entre otros, los temas de obligaciones generales, designación de las autoridades competentes y del punto de contacto, movimientos transfronterizos entre partes, movimiento transfronterizo de una parte a través de Estados que no sean parte, obligación de reimportar, tráfico ilícito, cooperación internacional, acuerdos bilaterales, multilaterales y regionales, aspectos financieros, enmiendas al Convenio y solución de controversias.

Aunque es evidente que la eliminación de desechos se ha practicado en diversas formas durante milenios, el manejo de residuos es una actividad mucho más reciente. El manejo de desechos es una actividad mucho más reciente que tiene por objeto identificar y manejar los desechos a lo largo de todo su ciclo de vida, haciendo particular hincapié en las actividades de reducción, reutilización y reciclado.

El manejo ambientalmente racional de los residuos peligrosos también se define en el Convenio, como la adopción de todas las medidas posibles para garantizar que los desechos peligrosos y otros desechos se manejen de manera que queden protegidos el medio ambiente y la salud humana contra los efectos nocivos que puedan derivarse de tales desechos.

Los criterios para evaluar el manejo ambientalmente racional comprenden las siguientes consideraciones:

- a) Que exista una infraestructura normativa y coercitiva que garantice el cumplimiento de las reglamentaciones aplicables.
- b) Que los lugares o instalaciones estén autorizados y tengan un nivel adecuado de tecnología y control de la contaminación para manejar los desechos peligrosos de la manera propuesta, en particular teniendo en cuenta el nivel de tecnología y control de la contaminación del país exportador.
- c) Que los encargados de lugares o instalaciones en que se manejan desechos peligrosos vigilen, cuando proceda, los efectos de esas actividades.
- d) Que se tomen medidas apropiadas cuando la vigilancia indique que el manejo de los desechos peligrosos ha dado lugar a emisiones inaceptables.
- e) Que las personas que intervienen en el manejo de los desechos peligrosos sean capaces y tengan una formación idónea.

Los países deberían hacer entre otras cosas:

- a) Tomar medidas para determinar y cuantificar los tipos de desechos que se producen en el país.
- b) Utilizar las mejores prácticas para evitar o reducir al mínimo la generación de desechos peligrosos, tales como el empleo de métodos poco contaminantes.
- c) Facilitar lugares o instalaciones autorizadas para el manejo ambientalmente racional de sus desechos, en particular los desechos peligrosos.

Aunado a todo lo anterior y de conformidad al Convenio de Basilea, se creó un grupo de trabajo encargado de elaborar directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los desechos sometidos al Convenio.

Su objetivo es:

- Proporcionar a las partes en el Convenio de Basilea información sobre el manejo y prevención de los residuos, en especial los residuos peligrosos, producidos en el territorio nacional.

- Orientar a las autoridades competentes nacionales para que puedan decidir si deben autorizar o denegar las propuestas de movimientos transfronterizos de entrada o salida de desechos sometidos al Convenio de Basilea, o el paso de esos desechos por su país.
- Proporcionar un marco para la ulterior preparación de directrices técnicas sobre los desechos sometidos al Convenio de Basilea.

3.2.4. COMISION DE COOPERACION AMBIENTAL.

Canadá, México, y Estados Unidos reconocen la necesidad de cooperar en el ámbito del manejo ambiental de emisiones para proteger la salud humana y el ambiente en la región. Una área de cooperación es el manejo de residuos peligrosos. La Organización en BPC's ha desarrollado el Plan Regional de Acción sobre el manejo de BPC's para organizar y mejorar las acciones individuales y en conjunto de los tres países y promover el manejo del ciclo de vida de los mismos.

Trabajando a través de la Comisión para la Cooperación Ambiental establecida bajo el Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN), los tres países establecieron la Organización en BPC's para desarrollar la implementación del PRANA.

La Comisión de Cooperación Ambiental (CCA) sustenta el desarrollo del Plan Regional de Acción para América del Norte (PRANA) sobre BPC's de acuerdo con la Resolución #95-5 de Consejo, referente al manejo de sustancias químicas. La Resolución establece una línea de trabajo para promover la cooperación regional para el manejo de sustancias, a través de sus ciclos de vida, de sustancias químicas de preocupación para los tres países.

Para implementar las decisiones y comentarios a la Resolución, los países formaron un grupo de representantes: Canadá Ambiental (CA), Instituto Nacional de Ecología de México (INE), y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA por sus siglas en inglés). Dicho Grupo de Trabajo seleccionó una serie de sustancias químicas de preocupación mutua entre los tres países dentro de las cuales se encuentran los BPC's.

Como se ha mencionado antes los BPC's son persistentes, altamente tóxicos, bioacumulables, el PRANA ha tomado los siguientes objetivos:

1. Eliminación virtual de BPC's del ambiente.
2. Manejo ambientalmente seguro de los BPC's existentes a través de su ciclo de vida.
3. Manejo de los BPC's a través de programas de manejo ambientalmente seguros.

El PRANA, es un documento director de múltiples acciones encaminadas a evitar en lo posible el daño a los seres vivos y al medio ambiente, a través de principios como:

- Manejo ambientalmente seguro de las sustancias.
- Manejo del ciclo de vida de los BPC's.
- Prevención de la polución.
- Manejo regional de los residuos BPC's.
- Consistencia con las obligaciones internas e internacionales.
- Transferencia de tecnología.
- Valoración y revisión periódica.

y de estrategias como.

- El establecimiento de una base de información.
- El manejo del uso de BPC'S.
- El manejo de almacenaje de residuos BPC's.
- Disposición y tratamiento apropiado de los residuos BPC's.
- Manejo de los cargamentos transfronterizos de residuos BPC's.
- Reciclaje y reducción de residuos.

Todo esto aunado a la actualización de inventarios, monitoreos, visitas in situ a las instalaciones de tratamiento y almacenamiento, etc.

3.3. CONFERENCIAS INTERNACIONALES

Como una respuesta a la responsabilidad de México ante el medio ambiente, se han incorporado a la ideología de la regulación ambiental, conceptos transmitidos a través de conferencias internacionales para remediar en lo posible los daños causados por sustancias tóxicas como los BPC's y peligrosas, y comprometerse ante las futuras generaciones para conseguir un desarrollo pleno y sano.

3.3.1. DESARROLLO SUSTENTABLE.

La Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo (Comisión Brundtland) se creó en 1985. En 1987 publicó el reporte denominado "Nuestro Futuro Común", en el que introducía el término de desarrollo sustentable.

Tal fue la importancia otorgada al concepto que la conferencia cumbre del Grupo de los 7, hizo un llamado para la pronta adopción de políticas de alcance mundial basadas en el desarrollo sustentable

El desarrollo sustentable es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

Dentro de los principios a seguir para alcanzar el desarrollo sustentable se encuentran: eficiencia, internalizar costos (usando el mínimo de recursos), equidad (distribución entre las generaciones del capital natural), integridad ambiental y subsidiariedad (las actividades a realizar ocurren en diversos niveles de jurisdicción).

La LGEEPA considera al desarrollo sustentable dentro de la formulación y conducción de la política ecológica nacional (artículo 15, fracción IV), al señalar que:

La responsabilidad respecto al equilibrio ecológico, comprende tanto condiciones presentes como las que determinarán la calidad de la vida de las futuras generaciones.

3.3.2. AGENDA XXI

En la reunión en Río de Janeiro, del 3 al 14 de junio de 1992, México aprobó la Agenda XXI y la Declaración de Río, la cual consta de 27 principios.

Agenda XXI a través de sus capítulos 19 y 20 proporciona la gestión ecológicamente racional de los residuos peligrosos y de las sustancias químicas tóxicas, así como la prevención del tráfico internacional ilícito de productos tóxicos y de los desechos peligrosos.

Los objetivos de la Agenda XXI son:

Promover la prevención y reducción al mínimo de la generación de residuos peligrosos a través de métodos limpios de producción.

Mejorar el conocimiento y la información sobre los aspectos económicos de la prevención y administración de los residuos peligrosos.

Aumentar el conocimiento acerca de los impactos de los residuos peligrosos en la salud y el ambiente.

Promover y fortalecer las capacidades institucionales para prevenir, minimizar y administrar los riesgos asociados con los residuos peligrosos.

Promover y fortalecer la cooperación internacional en el manejo de los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos, incluyendo el control y monitoreo, consistente con los instrumentos legales regionales e internacionales.

En la Agenda XXI se consideró prioritario que todos los países se suscriban o ratifiquen el Convenio de Basilea, así como la integración de los protocolos y especificaciones para su cabal cumplimiento.

3.4.SITUACION ACTUAL DE LOS BPC's EN MEXICO.

Se han realizado esfuerzos buscando establecer un inventario confiable sobre el que recaigan los planes desarrollados; sin embargo, hasta el momento no se cuenta con un inventario oficial de los volúmenes y características de los BPC's que existen en el país, sin embargo, de datos reportados por la industria paraestatal y privada y de datos extrapolados, se estimó en 1995 la cantidad de 12,965.6 ton. de BPC's, sin indicar si se trata de líquidos o de equipos con BPC's. De estos reportes el 44.35% corresponden al Sector Energético, el 9.17% a dependencias del Gobierno, el 7.71% a la Industria Privada y el 38.75% se estima que no están reportadas por los poseedores.

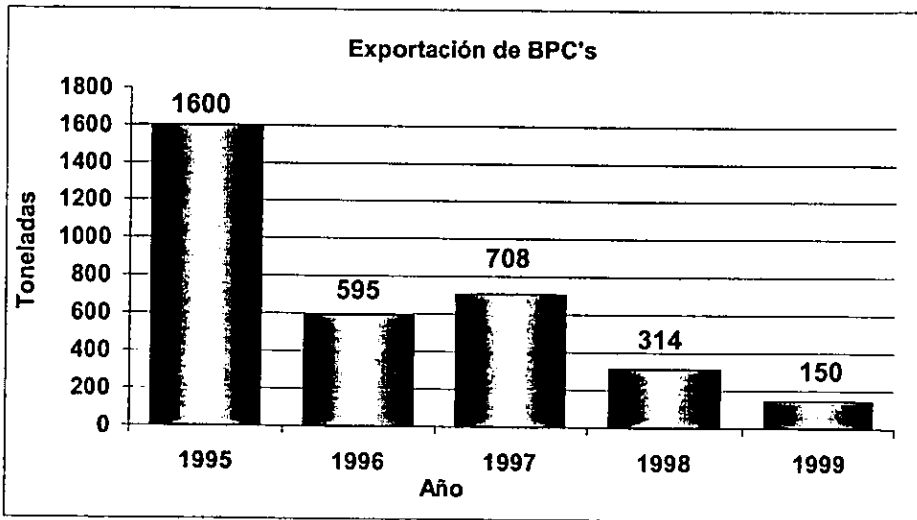
Los principales poseedores de BPC's son: Luz y Fuerza del Centro, Comisión Federal de Electricidad (CFE), PEMEX, Ferrocarriles Nacionales (FFCC), Aeropuertos (ASA), dependencias de gobierno, Industria paraestatal, y no manifestados aún.

3.4.1. EXPORTACION DE BPC's.

Diversas industrias mexicanas poseedoras de BPC's han enviado para su destrucción térmica sus existencias a través de 6 empresas autorizadas por el INE. Así se han exportado a Inglaterra, Holanda, Francia, Finlandia y Estados Unidos una cantidad de 2,505.6 toneladas de BPC's (Figura 3.1), de las cuales 330 ton se exportaron a E.U.A. con un precio de 2.7844 dólares/kg, dando un total de 974,574 dólares y el resto se envió a Europa a un valor promedio de 5 dólares/kg, dando un costo de 9'292,981 dólares con lo cual los inventarios que existen actualmente se estiman en 10,460 ton.

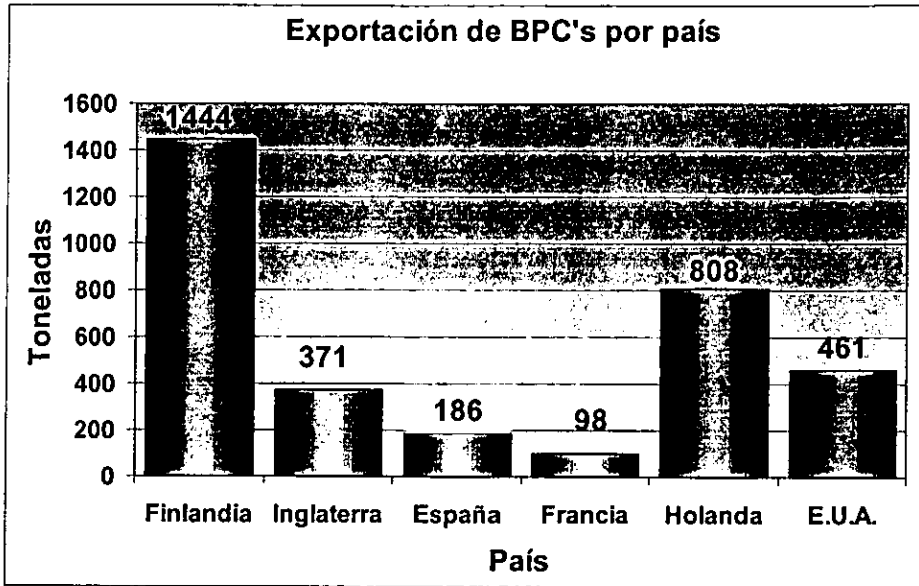
Con el cierre de la frontera de Estados Unidos en 1977 las empresas exportadoras de BPC's tienen como destino únicamente al continente europeo.

FIGURA 3.1. EXPORTACION DE BIFENILOS POLICLORADOS



FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA, MAYO 2000.

FIGURA 3.1. EXPORTACION DE BIFENILOS POLICLORADOS (continuación)



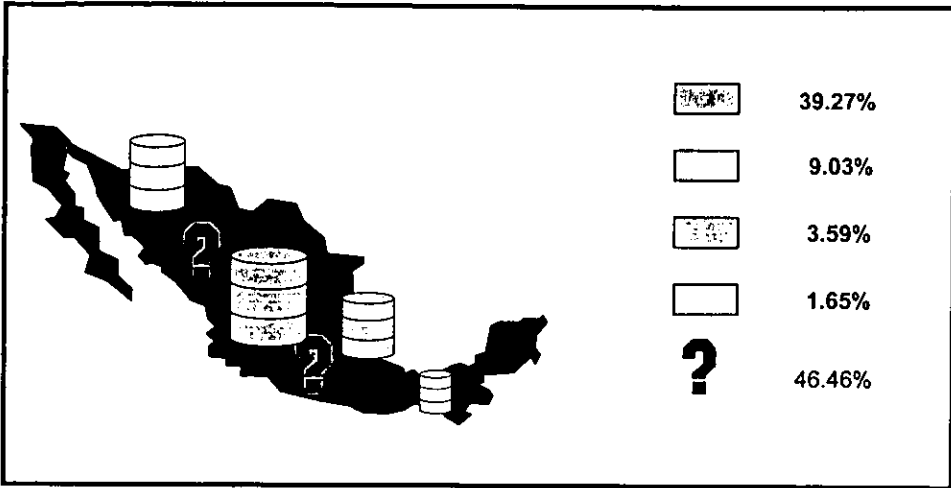
FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA, MA YO 2000

3.4.2. LOCALIZACION DE BPC's.

La distribución de BPC's en la República Mexicana indica que el 39.27% de residuos y equipos con BPC's se localizan en la Zona Centro del país, el 9.03% en la Zona Norte, el 3.59% en la Zona del Golfo y el 1.65% en la Zona Sureste, el 46.46% restante dispersó en las principales zonas industriales de México como se muestra en la Figura 3.2 y Tabla 3.1. Estas cifras no se han podido verificar y se supone que pueden existir 5,000 sin reportar de acuerdo a información proporcionada por el Instituto de Investigaciones Eléctricas de la CFE, que estima que en todo el país deben existir aproximadamente un millón de transformadores, aunque no todos con contenidos de BPC's.

Por otra parte, en 1995 la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte contrató un estudio para determinar los inventarios de los tres países (Canadá, Estados Unidos y México) y estimó que en México podrían existir hasta 10,000 ton. en estado líquido y en equipo y material contaminado en el orden de las 50,000 ton.

FIGURA 3.2. LOCALIZACION DE BPC'S EN MEXICO.



FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA, MAYO 2000

TABLA 3.1. LOCALIZACION DE LOS PRINCIPALES POSEEDORES DE BPC's EN LA REPUBLICA MEXICANA.

LUZ Y FUERZA DEL CENTRO		
REGION	PRODUCTO	TOTAL ton
D.F.	Líquidos	155.21
D.F.	Transformadores	1964.00
D.F.	Capacitores	397.80
D.F.	Material contaminado	15.00
D.F.	Aceite contaminado	868.46
D.F.	Askarel en tambores	11.80
TOTAL		3,412.27

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA, 1997.

TABLA 3.1. LOCALIZACION DE LOS PRINCIPALES POSEEDORES DE BPC's EN LA REPUBLICA MEXICANA.
(Continuación)

SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO		
REGION	PRODUCTO	TOTAL ton
D.F.	Líquido y transformadores	576.93

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA, 1997

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD		
REGION	PRODUCTO	TOTAL ton
B.C.	Varios	25.96
Noroeste	Varios	84.00
Norte	Varios	258.92
Golfo Norte	Varios	166.77
Golfo Centro	Varios	16.09
Bajo	Varios	23.24
Jalisco	Varios	23.70
Centro Occidente	Varios	10.19
Centro Sur	Varios	11.75
Centro Oriente	Varios	0.81
Oriente	Varios	226.91
Sureste (12)	Varios	19.30
Peninsular	Varios	7.86
Sureste (14)	Varios	125.65
Occidente (15)	Varios	7.77
Norte (16)	Varios	83.08
Noroeste (17)	Varios	207.60
Grijalva	Varios	0.21
Central	Varios	147.71
Ixtapantongo	Varios	14.91
Norte (21)	Varios	99.74
Noroeste (22)	Varios	22.61
Central (23)	Varios	376.62
Occidente (24)	Varios	46.75
Oriente(25)	Varios	50.19
Sureste (26)	Varios	0.04
TOTAL		2,058.38

FUENTE. INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA, 1997.

TABLA 3.1. LOCALIZACION DE LOS PRINCIPALES POSEEDORES DE BPC's EN LA REPUBLICA MEXICANA.
(Continuación)

PEMEX GAS Y PETROQUIMICA		
REGION	PRODUCTO	TOTAL ton
Sureste	Líquidos	179.22

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA, 1997.

PEMEX EXPLORACION		
REGION	PRODUCTO	TOTAL ton
Varios	Varios	500.00

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA, 1997. Datos estimados

PEMEX REFINACION		
REGION	PRODUCTO	TOTAL ton
Chiapas	Varios	8.61
Veracruz	Varios	42.13
Querétaro	Varios	7.05
Morelos	Varios	2.98
Puebla	Varios	14.49
Tamaulipas	Varios	274.87
Hidalgo	Varios	30.77
D.F.	Varios	187.86
Salamanca	Varios	78.55
Varios	Varios	41.86
TOTAL		689.17

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA, 1997.

FERROCARRILES		
REGION	PRODUCTO	TOTAL ton
Varios	Varios	351.26

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA, 1997. Datos extrapolados

AEROPUERTOS (ASA)		
REGION	PRODUCTO	TOTAL ton
Varios	Varios	100.00

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA, 1997. Datos estimados

TABLA 3.1. LOCALIZACION DE LOS PRINCIPALES POSEEDORES DE BPC's EN LA REPUBLICA MEXICANA.
(Continuación)

SECTOR SALUD		
REGION	PRODUCTO	TOTAL ton
Varios	Varios	150.00

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA, 1997. Datos estimados

DDF		
REGION	PRODUCTO	TOTAL ton
Varios	Varios	50.00

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA, 1997. Datos estimados

SEDENA		
REGION	PRODUCTO	TOTAL ton
Varios	Varios	N/D

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA, 1997.

OTROS		
REGION	PRODUCTO	TOTAL ton
Varios	Varios	2600

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA, 1997. Datos estimados

INCIATIVA PRIVADA		
REGION	PRODUCTO	TOTAL ton
Varios	Varios	2393.88

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA, 1997.

De las cifras anteriores se desprende una cantidad de 1361 toneladas aproximadamente de las cuales ya han sido dispuestas en el extranjero una gran cantidad.

3.4.3. INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO DE BPC's.

La infraestructura existente en México para tratar los BPC's está limitada para procesar las 12965.5 ton. estimadas

A la fecha existen dos empresas que tienen equipo móvil autorizadas por el INE. En la Tabla 3.2 se muestran sus actividades específicas y localización.

TABLA 3.2. INFRAESTRUCTURA INSTALADA PARA EL TRATAMIENTO DE BPC's.

ACTIVIDAD	LOCALIZACION
Decoloración de compuestos organoclorados (BPC's) de aceites minerales contaminados de transformadores y equipos eléctricos similares en alta concentración.	Atacomulco, Edo. de México.
Tratamiento térmico de BPC's en concentraciones hasta 5,000 ppm.	Tepejí del Río, Estado de Hidalgo.
Tratamiento térmico de BPC's en altas concentraciones.	Jilotepec, Estado de México
Descontaminación de carcasas de transformador.	Mina, Nuevo León

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA, JUNIO 2000.

3.4.4. CORRESPONSABLES EN EL MANEJO DE BPC's.

En el manejo de BPC's, se involucran principalmente a los poseedores, del sector industrial, sector para estatal, dependencias de gobierno, así como Gobierno Federal, Gobierno local y prestadores de servicio. Cada uno de ellos tiene responsabilidades de acuerdo a su función, las cuales se identifican en la Tabla 3.3.

Las responsabilidades de cada uno de los interlocutores están circunscritos en los aspectos de: Promoción de infraestructura, fortalecimiento y promoción del marco regulatorio y compromisos internacionales y la vigilancia de la legislación ambiental, entre otros aspectos.

TABLA 3.3. CORRESPONSABLES EN EL MANEJO DE BPC's.

INTERLOCUTORES	RESPONSABILIDADES
GOBIERNO FEDERAL	
INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA (INE)	<ul style="list-style-type: none"> · Elaboración de la normatividad para el manejo de BPC's. · Evaluación de trámites técnico-administrativos. · Autorizar a las empresas de servicio para el manejo de BPC's. · Informar, orientar y atender al promovente · Divulgar la normatividad y el Plan Regional de Acción de BPC's. · Dar seguimiento al PRA. · Actualizar los inventarios de BPC's. · Promover la infraestructura. · Registro y denuncia de competencia desleal.
Delegaciones de la SEMARNAP en los Estados	<ul style="list-style-type: none"> · Revisión y análisis de la documentación ingresada por el promovente para su posterior envío al INE. · Recepción de formatos de inventarios entregados por los generadores. · Registro y denuncia de competencia desleal. · Apoyo logístico de reuniones, talleres, etc. · Apoyo en la difusión del marco regulatorio y del Plan Regional de Acción.
Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. (PROFEPA)	<ul style="list-style-type: none"> · Vigilar y dar cumplimiento al marco regulatorio para BPC's .
GOBIERNO ESTATAL	<ul style="list-style-type: none"> · Apoyo logístico para la promoción del marco regulatorio y del Plan Regional de Acción.

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA, 1997.

TABLA 3.3. CORRESPONSABLE EN EL MANEJO DE BPC's (Continuación).

INTERLOCUTORES	RESPONSABILIDADES
Dirección de Ecología de los Estados	<ul style="list-style-type: none"> · Auxiliar en la capacitación de información de BPC's. · Informar y difundir la reglamentación de BPC's. · Concertación social · Otorgamiento de Licencias.
Presidencia Municipal	<ul style="list-style-type: none"> · Otorgamiento de Licencias de uso de suelo. · Concertación social
GENERADORES DE BPC's	
Sector Paraestatal Comisión Federal de Electricidad (CFE) Luz y Fuerza del Centro (LyF) Petróleos Mexicanos (PEMEX) Sistema de Transporte Colectivo (METRO) Ferrocarriles Nacionales de México (FFCC) Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA) Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) Instituto de Seguridad Social al Servicio de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) Departamento del Distrito Federal (DDF) Secretaría de la Defensa Nacional	

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA, 1997.

TABLA 3.3. CORRESPONSABLES EN EL MANEJO DE BPC's (Continuación)

INTERLOCUTORES	RESPONSABILIDADES
<p>Sector industrial</p> <p>Bridgestone-Firestone, Bujías Champion de México, Hotel Camino Real, Celanese Mexicana, General Motors, Ford Motor Co., HYLSA S.A., Papelera de Chihuahua, Petrocel, Pondercel, Productos Roche, Teléfonos de México, Tubos de Acero de México, Volkswagen de México, XEROX Mexicana, entre otros.</p> <p>(Estas empresas son poseedoras de 1,000 ton., aproximadamente)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Manifestarse como empresas poseedoras de residuos de BPC's. · Contar con un programa de manejo de BPC's y manuales de operación · Presentar su inventario y programas de desincorporación de equipos en operación dentro de los tiempos establecidos · Mantener a los BPC's adecuadamente, etiquetados e inventariados · Presentar un programa de reclasificación y tratamiento para los equipos en operación · Contar con un programa de prevención de accidentes y plan de contingencias · Cumplir con la normativa establecida para el manejo de BPC's. · Contratar empresas de servicio debidamente autorizadas para el manejo de BPC's. · Eliminar los BPC's almacenados dentro de los tiempos establecidos.
<p>EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVICIO</p> <p>S.D. MYERS de México S.A. de C.V. SEESA, de C.V. RIMSA, de C.V. TERSA, de C.V.</p> <p>Empresas de Manejo in-situ para la Exportación (6).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chemel, S.A de C.V. • Ecología, Laboratorios y Consultores de México, S.A de C.V. • ABB • RIMSA, de C.V. • SEM TREDI 	<ul style="list-style-type: none"> · Obtener la autorización correspondiente del INE. · Cumplir con las condicionantes establecidas en la Autorización. · Presentar estudios de riesgo y programa de prevención de accidentes considerando simulacros. · Cuantificar BPC's en equipos y materiales utilizando métodos analíticos reconocidos. · Inspección de equipos para detectar fugas. · En caso de derrame notificar a Protección Civil y a PROFEPA. · Certificar y garantizar los servicios de reclasificación y tratamiento que ofrezcan. · Disponer adecuadamente los desechos. · Cumplir con los límites máximos permisibles de emisiones y contaminantes establecidos. · Mitigar y restaurar todos los impactos atribuibles a tratamiento de BPC's. · Cumplir con los requisitos establecidos por SCT y la SEMARNAP. · Contar con vehículos con compartimiento de carga para contener derrames · Cumplir con lo establecido en la NOM-012-SCT2-94. · Cumplir con las disposiciones de la Ley, Reglamento y NOM's en materia de residuos peligrosos. · Contar con la documentación de embarque, manifiesto de entrega-transporte-recepción e información de emergencia.

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA, 1997.

CAPITULO

CUATRO

CAPITULO CUATRO.

MANEJO AMBIENTALMANTE SEGURO DE BPC's.

4.1. MANEJO SEGURO

Tomando como referencia el concepto descrito en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, referente al *manejo* de un residuo peligroso, el cual se refiere al uso, almacenamiento, tratamiento, reciclaje, destrucción y transporte, se procederá a describir esta amplia definición en términos de seguridad. Cabe señalar que para las partes correspondientes a tratamiento, reciclaje y destrucción se analizarán en un capítulo posterior.

4.1.1. IDENTIFICACION

Por principio de cuentas se establecerán algunos parámetros para la identificación de equipo eléctrico que utiliza BPC's, como transformadores y capacitores.

Todos los **transformadores** tienen una placa de identificación en la que debe aparecer el tipo de fluido aislante y su cantidad. Si el nombre de éste corresponde a los mencionados en el capítulo uno, o si la especificación de este líquido empieza con la letra "L" (como LFAF, LFAN, LFWN, LNP, LNS, LNW y LNWN) dicho transformador contiene BPC's. Si el fluido aislante empieza con "O" indica que el transformador contiene aceite.

En caso de que exista duda se puede realizar una prueba que consiste en obtener una muestra del fluido aislante, introducir sólo unas gotas en un frasco de vidrio con agua, si flota, es aceite, si se deposita en el fondo, está contaminado con BPC's.

Si persiste la duda deberá enviarse a un laboratorio reconocido por un laboratorio que se encuentre acreditado ante los lineamientos establecidos por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial los cuales actualmente se encuentran designados por la Entidad Mexicana de Acreditamiento (EMA), el cual deberá realizar el análisis correspondiente mediante los métodos que se describirán más adelante.

En términos generales, todos los **capacitores** manufacturados desde 1930 hasta 1970 (ya que hasta entonces se prohibió su fabricación) contienen BPC's, de lo que se puede asumir que todos los capacitores lo contienen, excepto aquellos en los que se especifique claramente lo contrario.

4.1.2. ETIQUETADO DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES CON BPC's.

Para el correcto etiquetado de los equipos y materiales residuales que contienen o están contaminados con BPC's, se deben tomar las siguientes consideraciones.

- ☞ Todos los equipos y residuos con concentraciones mayores a 50 ppm de BPC's deben estar debidamente etiquetados.
- ☞ Todas las áreas específicas donde se localizan los BPC's, deben estar debidamente señalizadas.
- ☞ Las etiquetas, marcas y letreros para identificar BPC's deben ser de forma cuadrada, proporcional al tamaño de la superficie del equipo a identificar, fondo de color amarillo, letras negras resaltando las cuatro primeras líneas y rebordes negros, conteniendo la información que se presenta en la Figura 4.1.
- ☞ Las etiquetas deben mantenerse en buenas condiciones hasta el momento de su tratamiento o disposición final.
- ☞ Para equipo en operación que por su tamaño y/o ubicación, no resulte práctico el etiquetado, se debe señalar la estructura o sección de la instalación en la cual se encuentran localizados.
- ☞ Equipo eléctrico nuevo, en reparación, reparado o fuera de uso con fluidos dieléctricos que contengan menos de 2 ppm de BPC's se debe especificar, certificar y marcar con la leyenda "NO CONTIENE BPC's".
- ☞ Cuando a un equipo eléctrico en operación, considerado como contaminado con BPC's, se le determine cuantitativamente el contenido de BPC's y continúe en servicio, debe marcarse con la concentración de BPC's utilizando pintura o tinta indeleble en la etiqueta. El certificado o registro del análisis debe conservarse hasta el momento en que se obtenga el certificado de una empresa autorizada en el que se especifique que ya no es equipo BPC's.

FIGURA 4.1. ETIQUETA PARA IDENTIFICAR BPC's.

PELIGRO	
CONTIENE	
BPC's	
(BIFENILOS POLICLORADOS)	
CONCENTRACION:	ppm
SUSTANCIA TOXICA	
REQUIERE MANEJO ESPECIAL	
EN CASO DE ACCIDENTE O DERRAME, REPORTARLO A:	
PROTECCION CIVIL:	TEL.:
PROFEPA	TEL.:
NOMBRE DE LA EMPRESA (GENERADOR):	TEL.:

FUENTE: PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA, NOM-133-ECOL/1999, ENERO 2000.

4.1.3. EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

Durante el manejo de BPC's, deberán observarse las medidas de rutina de carácter preventivo a fin de evitar riesgos. Así como el equipo de protección personal siguiente:

- ☞ Pantalla facial (o monogafas contra salpicaduras químicas).
- ☞ Casco.

- ☞ Guantes para sustancias químicas.
- ☞ Mandil impermeable.
- ☞ Botas de hule sintético.

Cuando este equipo de protección personal se haya utilizado en el manejo de los BPC's, debe ser considerado como contaminado y por lo tanto, después de usado, debe ser debidamente almacenado para su posterior destrucción.

El equipo respiratorio autónomo debe ser utilizado cuando se manejan los BPC's a temperaturas mayores a los 55°C.

4.1.4. PRIMEROS AUXILIOS EN CASO DE CONTACTO CON LIQUIDOS BPC's

TABLA 4.1. ACCIONES EN CASO DE CONTACTO CON BPC's

TIPO DE CONTACTO	PRIMERA ACCION	SEGUNDA ACCION
Piel	Lave con agua corriente y jabón por lo menos durante 15 minutos.	Aplicar algún humectante para reducir la irritación, acudir al médico.
Ojos	Lave con agua corriente durante 15 minutos para cada ojo.	Ponga una o dos gotas de anestésico o de cortisona para reducir la irritación, ver al oftalmólogo.
Ingestión	Inducir el vómito. No dar de beber nada.	Escribir los detalles del líquido ingerido, asistencia médica inmediata.
Vías respiratorias	Retirar a la persona del sitio y llevarlo al aire libre.	Si continúa el malestar acudir al médico.

FUENTE: COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD, 1988

4.1.5. ALMACENAMIENTO

Las actividades de almacenamiento deberán apegarse a los siguientes puntos.

- ☞ El almacenamiento de equipos que se retiren de servicio y residuos BPC's o contaminados con más de 50 ppm, solamente puede realizarse en las instalaciones del usuario o generador y podrán permanecer ahí como máximo seis meses antes de su tratamiento o disposición final.
- ☞ Las instalaciones para almacenamiento de residuos BPC's deben ser exclusivas para tal fin. Cualquier material o equipo que ingrese a este tipo de instalación y que tenga contacto directo con BPC's se considera contaminado.
- ☞ Las características mínimas con las que debe cumplir una instalación para almacenamiento de residuos peligrosos BPC's deben apegarse a lo establecido en la Ley, el Reglamento de la Ley en Materia de Residuos Peligrosos y lo establecido en la norma que se emitirá para tal efecto.

- ☞ Todo generador, que tenga equipo BPC's, equipo eléctrico BPC's o equipo contaminado BPC's, fuera de servicio, líquidos y sólidos BPC's y residuos BPC's, deben almacenarlos cumpliendo con los siguientes requisitos:
- ☞ Los líquidos y residuos peligrosos BPC's excepto equipos, deben ser almacenados en envases cerrados, debidamente etiquetados y fecharse cuando se colocan en almacenamiento. Debe llevarse un registro fechado de las cantidades que se agreguen a los contenedores y todos los movimientos de entradas y salidas para tratamiento y disposición.
- ☞ Para los equipos eléctricos BPC's, equipos BPC's y equipo contaminado BPC's, el almacenamiento debe realizarse en un área que cuente con piso de material resistente a los fluidos y que impida la filtración de estos al suelo.
- ☞ Las paredes de las áreas de almacenamiento, deben estar construidas con materiales no inflamables.
- ☞ Contar con sistemas específicos de control contra incendios.
- ☞ Cualquier aditamento o equipo utilizado para manipular equipos, contenedores, fluidos, materiales o residuos que contienen más de 50 ppm de BPC's dentro del área de almacenamiento y que hayan estado en contacto directo con BPC's, no deben utilizarse para manipulación de otro tipo de materiales y no pueden removerse del área mientras no se hayan descontaminado.
- ☞ Se debe contar con un plan para el control de derrames para cualquier incidente o eventualidad que se presente durante el almacenamiento y debe llevarse un registro de todos los incidentes.
- ☞ No deben almacenarse materiales combustibles o inflamables en un radio de 5 metros con respecto a las áreas de almacenamiento.

4.1.6. PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA Y RECOLECCION

En caso de derrame en el área de almacenamiento o fuera de él, se pueden utilizar varios materiales absorbentes de BPC's, la Tabla 4.2, muestra algunos de ellos.

TABLA 4.2. MATERIALES ABSORBENTES PARA BPC's.

MATERIAL	EMPRESA FABRICANTE
Aserrín	-----
Vermiculita	-----
Imbiber Beds	Dow Chemical
Hy Dry	Tennier Chemicals
Diasorb	Diamond Shamrock
Stay-Dry	Waverly Minera Products
Oil-Dry	Waverly Mineral Products
Carbón Activado	-----
Tierra con gran cantidad de humus	-----

FUENTE: COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD, 1988.

Los procedimientos de limpieza varían de acuerdo a la severidad y localización del derrame.

Los pasos a seguir cuando se presente un derrame en suelo impermeable son los siguientes:

- ☞ Avisar al personal de la planta y al responsable de la Oficina de Seguridad e Higiene del derrame e intenciones de limpieza.
- ☞ Hacer un canal para drenaje.
- ☞ Limpiar los BPC's con alguno de los absorbentes listados anteriormente.
- ☞ Tome muestras de suelo para determinar la penetración (muestras de 2.5. cm. de profundidad).
- ☞ Remueva toda la superficie del área hasta pasar el nivel de la contaminación.
- ☞ Todo el equipo utilizado será considerado como contaminado y por lo tanto debe almacenarse como ya se menciono anteriormente para su posterior tratamiento o destrucción.

Los pasos a seguir ante un derrame en suelo permeable son los siguientes.

- ☞ Avisar al personal de la planta y al responsable de la Oficina de Seguridad e Higiene, del derrame e intenciones de limpieza.
- ☞ Espolvorear la mancha visible en la superficie del suelo, con aserrín de madera por ejemplo y alzar un bordo para limitar la tierra contaminada.
- ☞ Construya zanjas para contener los BPC's en pequeñas áreas.
- ☞ Limpie los BPC's con alguno de los absorbentes antes mencionados.
- ☞ Tome muestras de suelo para determinar penetración (muestras de 60 cm. de profundidad).
- ☞ Remueva toda la superficie del área hasta pasar el nivel de contaminación.
- ☞ Como en el caso anterior todo el equipo utilizado será considerado como contaminado y por lo tanto debe almacenarse para su posterior tratamiento o destrucción.

4.1.7. TRANSPORTE

El transporte de equipos y residuos BPC's o contaminados, solamente podrá realizarse por vía terrestre o marítima, cumpliendo con los requisitos establecidos por la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Los recipientes y contenedores para el transporte de residuos BPC's, deben apearse a la normatividad vigente en la materia y a las Normas Oficiales Mexicanas, así como cumplir con las especificaciones internacionales, en su caso, para este tipo de residuos.

Los vehículos para el transporte terrestre de residuos BPC's deben cumplir en especial con las especificaciones de la *Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT2/1994*; asimismo, la superficie de carga debe ser metálica y en forma de charola para contener derrames y tener las dimensiones adecuadas al tamaño de los equipos y contenedores que transporte.

El usuario y/o transportista debe contar con la documentación de embarque, manifiesto de entrega-transporte-recepción, que para tal fin emita la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, hoja de emergencia en transportación y las autorizaciones que establezcan las Normas Oficiales Mexicanas aplicables y la autorización que otorgue la Secretaría para el manejo de BPC's.

En caso de que la unidad de transporte se contamine por contacto directo con BPC's o sus residuos, ésta debe limpiarse hasta una concentración máxima de BPC's de 50 ppm o 100 mg/100 cm² para continuar utilizándose como transporte de BPC's. Sin embargo, si cambia el giro de materiales o residuos a transportar, la limpieza debe realizarse hasta una concentración menor a 2 ppm o 10 mg/100 cm² de BPC's.

El transportista debe entregar su embarque únicamente a una empresa de manejo de BPC's debidamente autorizada por la Secretaría.

El transportista debe contar con los elementos necesarios para contener derrames que se pudieran presentar durante las operaciones de carga, tránsito y descarga de los equipos y residuos BPC's, así como con un directorio que incluya los números telefónicos de Protección Civil y de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente de las zonas por donde circule.

Los transportistas, tanto terrestres como marítimos, deben contar con un seguro de responsabilidad civil de cobertura amplia, que incluya daños a terceros en sus bienes y al ambiente, de acuerdo con la normatividad vigente aplicable. En su caso, la Secretaría establecerá el monto de dichos seguros.

4.2. METODOS ANALITICOS

Uno de los aspectos más importantes en la problemática de los BPC's es contar con métodos analíticos para la identificación y cuantificación de Bifenilos Policlorados presentes en fluidos dieléctricos, de transferencia de calor, hidráulicos y lubricantes para de esta forma clasificar, dentro de la normatividad ambiental, los equipos en operación y sus residuos en función de su contenido de BPC's y así utilizarlos y/o disponerlos adecuadamente sin riesgos a la salud y el medio ambiente

4.2.1.METODO DE PRUEBA EPA No. 608.

Este método cubre la determinación de ciertos pesticidas organoclorados y BPC's. Este es un método que emplea la cromatografía de gases (CG) para la determinación de los compuestos antes mencionados.

Este método describe las condiciones analíticas para una 2a columna cromatográfica que es empleada para confirmar las mediciones hechas con la columna principal.

SUMARIO DE METODO.

Un volumen conocido de muestra, se extrae con cloruro de metileno usando un embudo de separación.

El extracto con cloruro de metileno es secado y vuelto a extraer con hexano, posteriormente concentrado hasta un volumen de 10 ml o menos. El extracto se separa por cromatografía de gases y se miden los componentes con un detector de captura de electrones.

4.2.2.METODO DE PRUEBA No. EPA-8080

El método 8080 se usa para determinar la concentración de varios pesticidas organoclorados y BPC's. Por medio de este método se puede determinar el tipo y cantidad total de BPC's presentes en una muestra.

SUMARIO DEL METODO

El método 8080 proporciona las condiciones de la cromatografía de gases para la detección de concentraciones en ppb de ciertos BPC's. Antes del uso de este método se deben emplear técnicas apropiadas de extracción de muestras.

Una muestra es inyectada en un cromatógrafo de gases usando la técnica denominada de vaciado de solventes y los compuestos en el CG serán detectados por un detector de captura de electrones o un detector de conductividad electrolítica. La sensibilidad del método 8080 dependerá de la concentración de las interferencias en los instrumentos.

4.2.3.METODO DE PRUEBA EPA No. 8081

Este método se usa para determinar la concentración de varios pesticidas organoclorados y BPC's, en extractos de muestras líquidas y sólidas. Sobre columnas capilares con detector de captura de electrones o detector electrolítico de conductividad. Cuando se comparan con las columnas empacadas, con sílica fundida, tubulares abiertas se sabe que se ofrece una resolución, selectividad, sensibilidad mejorados y un rápido análisis. La identificación del compuesto está basada en una columna simple la cual debe ser confirmada sobre una 2a columna, o debe ser soportada por alguna otra técnica analítica cuantitativa.

SUMARIO DE METODO

Un volumen medido o pesado de muestra (aproximadamente 1 litro para líquidos, 2 g a 30 g para sólidos) se extraen usando la técnica de extracción de muestra apropiada. Las muestras líquidas son extraídas a un pH neutro con cloruro de metileno usando un embudo de separación o un extractor continuo líquido-líquido. Las muestras sólidas son extraídas con acetona-hexano (1:1) o cloruro de metileno-acetona (1:1) usando una extracción tipo Soxhlet. Después de la limpieza, el extracto es analizado por la inyección de la muestra al cromatógrafo de gases con una columna estrecha o boca estrecha capilar con sílica fundida y detector de captura de electrones, o un detector electrolítico de conductividad.

4.2.4.METODO DE PRUEBA EPA 8082-A

El método 8082 es usado para determinar las concentraciones de bifenilos policlorados (BPC's) como arocloros o como congéneres BPC's individuales en matrices de extractos sólidos y acuosos. Se emplean columnas capilares, tubulares abiertas con detectores de captura de electrones o detectores de conductividad electrolítica.

SUMARIO DE METODO

Un volumen o peso medido de muestra (aproximadamente 1 litro para líquidos, 2 gramos a 30 gramos para sólidos) es extraído usando la técnica de extracción de muestra apropiada para la matriz específica. La muestra acuosa es extraída a pH neutro con cloruro de metileno usando un embudo de separación o un extractor líquido-líquido continuo u otra técnica apropiada. Las muestras sólidas son extraídas con hexano-acetona (1:1) o cloruro de metileno-acetona (1:1) usando un extractor Soxhlet. Los extractos para el análisis de BPC's pueden ser sujetos a una limpieza con ácido sulfúrico/permanganato de potasio diseñado específicamente para estos analitos. Esta técnica de limpieza removerá (destruirá) algunos componentes simples como pesticidas organoclorados u organofosforados. Además el método 8082 no es aplicable al análisis de estos componentes. Posterior a la limpieza el extracto es analizado por la inyección de una alícuota de 2 μ L en un cromatógrafo de gases con una columna capilar de sílica fundida y un detector de captura de electrones.

4.2.5.METODO ASTM D 4059-96

Este método describe la determinación cuantitativa de la concentración de bifenilos policlorados (BPC's) en líquidos aislantes eléctricos por cromatografía de gases. Este también aplica a la detrmnación de BPC's presentes en mezclas conocidas como askareles, usadas como líquidos aislantes eléctricos. Este método puede ser aplicado para la determinación de BPC's en mezclas llamadas arocloros o congeneres individuales, esta técnica no puede ser aplicable a la determinación de BPC's de otras fuentes de contaminación. El uso de este método de prueba no ha sido demostrado para todos los fluidos aislantes

SUMARIO DE METODO.

El espécimen de prueba es diluido con un solvente apropiado. La solución resultante es tratada por un procedimiento para remover las sustancias que interfieren después de la cual una pequeña porción de la solución resultante es inyectada en un cromatógrafo de gases. Los componentes son separados y hechos pasar a través de la columna con la carga de gas y su presencia en el efluente es medida por un detector de captura de electrones y registrado como un cromatograma. El método de prueba es hecho cunatitativamente por la comparación del cromatograma muestra con un cromatograma de una cantidad conocida de uno o más arocloros estandar, obtenidos bajo las condiciones analíticas de la muestra. En la Tabla 4.3, se muestran algunas de las características más importantes a considerar de los métodos antes mencionados.

TABLA 4.3. CARACTERISTICAS DE LOS METODOS DE DETERMINACION PARA BPC's.

NOMBRE DEL METODO	ALCANCE Y APLICACION	LIMITE DE DETECCION (BPC's)	SUSTANCIA EXTRACTORA	TECNICA EMPLEADA	TECNICA DE CONFIRMACION
EPA 608	<ul style="list-style-type: none"> * Pesticidas organoclorados. * BPC's 1016 * BPC's 1221 * BPC'S 1232 * BPC's 1242 * BPC's 1248 * BPC's 1252 * BPC's 1260 	ND ND ND ND 0.065 µg/l. ND ND ND ND	Cloruro de metileno (CH ₂ Cl) e intercambio con Hexano (C ₆ H ₆).	Cromatografía de gases con detector de captura de electrones.	Uso de una segunda columna.
EPA 8080	Tipo y cantidad total de BPC's. * Pesticidas organoclorados. * BPC'S 1016 * BPC's 1221 * BPC'S 1232 * BPC's 1242 * BPC's 1248 * BPC's 1252 * BPC's 1260	ND ND ND ND 0.065 µg/l. ND ND ND ND	Cloruro de metileno (CH ₂ Cl) e intercambio con Hexano (C ₆ H ₆).	Cromatografía de gases con técnica de vaciado de solventes, medición de parámetros con detector de captura de electrones o detector de conductividad electrolítica.	Cromatografía de gases con espectrómetro de masas.
EPA 8081	Concentración en varios pesticidas organoclorados y BPC's sólidos y líquidos. * BPC'S 1016 * BPC's 1221 * BPC'S 1232 * BPC's 1242 * BPC's 1248 * BPC's 1252 * BPC's 1260	0.054 µg/l en agua, 57 µg/kg en suelo, BPC's 1260 0.90 g/l en agua, 70g/kg en suelo ND ND ND ND	Muestras líquidas usando cloruro de metileno a pH neutro. Muestras sólidas usando acetona-hexano (1:1) ó cloruro de metileno-acetona (1:1).	Cromatógrafo de gases con columna estrecha o boca estrecha capilar de DI 0.25-0.32 mm o 0.53 mm, con sílica fundida empleando detector de captura de electrones.	Cromatografía de gases con detector de captura de electrones.

TABLA 4.3. CARACTERISTICAS DE LOS METODOS DE DETERMINACION PARA BPC's.

NOMBRE DEL METODO	ALCANCE Y APLICACION	LIMITE DE DETECCION (BPC's)	SUSTANCIA EXTRACTORA	TECNICA EMPLEADA	TECNICA DE CONFIRMACION
EPA 8082-A	Concentración de BPC's. * Aroclor 1016 * Aroclor 1221 * Aroclor 1232 * Aroclor 1242 * Aroclor 1248 * Aroclor 1254 * Aroclor 1260 * 2- Clorobifenilo * 2,3-Diclorobifenilo * 2,2',5- Triclorobifenilo * 2,4',5- Triclorobifenilo * 2,2',3,5'-Tetraclorobifenilo * 2,2',5,5'-Tetraclorobifenilo * 2,3',4,4'-Tetraclorobifenilo Pentaclorobifenilos * 2,2',3,4,5'- * 2,2',4,5,5'- Hexaclorobifenilos - * 2,3,3',4',6 * 2,2',3,4,4',5'- * 2,2',3,4,5,5'- * 2,2',3,5,5',6- * 2,2',4,4',5,5'- * 2,2',3,3',4,4',5,- Heptaclorobifenilos * 2,2',3,4,4',5,5'- * 2,2',3,4,4',5',6- * 2,2',3,4',5,5',6- Nonaclorobifenilo * 2,2',3,3',4,4',5,5',6-	Rango de 0.054 a 0.90 µg/L en agua y 57 a 70 µg/kg en suelo.	Para muestra acuosas cloruro de metileno. Para muestras sólidas hexano-acetona (1:1)	Cromatografía de gases con detector de captura de electrones.	Cromatografía de gases con espectrómetro de masas.
ASTM D 4059-96	Análisis de BPC's en líquidos aislantes BPC's 1242 BPC's 1254 BPC's 1260	Cálculo a través de $MDL_{0.95} = t_{(n-1,0.95)} \times S$, $T_{(n-1,0.95)} = t$ de student para n-1 grados de libertad con 0.95% de confianza.	Isooctano (50:1, solvente: muestra)	Cromatografía de gases con detector de captura de electrones.	Cromatografía de gases con espectrómetro de masas.

Existen otras varias normas internacionales que establecen los procedimientos para la identificación y determinación del contenido de BPC's en aceites minerales, en base a comparación de cromatogramas de mezclas comerciales de BPC's obtenidos por medio de cromatografía de gases con detector de captura de electrones.

Tales métodos de prueba logran determinar la concentración de BPC's en base a una gran variedad de técnicas de análisis como son: cromatografía de gases, cromatografía de capa fina, espectrometría de masas, de infrarrojo, de luminiscencia y colorimetría principalmente.

Entre otros métodos, se pueden mencionar las normas de Estados Unidos ASTM y EPA, la internacional, IEC-977, la alemana DIN 51527, la francesa T60184, la holandesa IVM 87/17 y la belga SCK 2060. La diferencia principalmente entre estos métodos radica en la utilización de mezclas de referencia de BPC's de concentración conocida (Arocloros americanos, Clophens europeos o congéneres puros).

En México la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca en coordinación con la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial a través de la EMA (Entidad Mexicana de Acreditación) antes SINALP (Sistema Nacional de Acreditación de Laboratorios de Prueba) establece los métodos que logren determinar de manera adecuada la cantidad y tipo de Bifenilos Policlorados, así como la acreditación de laboratorios de prueba, dichos laboratorios son los únicos que pueden muestrear y analizar dichos compuestos para propósitos de protocolos de prueba de equipos de tratamiento o para certificación de no peligrosidad de los mismos.

4.3 SUSTITUTOS PARA BPC's EN TRANSFORMADORES

La sustitución de askareles en los transformadores se debe hacer usando fluidos que sean compatibles con el transformador BPC's y que no cause efectos adversos sobre los materiales usados en la construcción interna de los transformadores.

Las características que debe reunir el fluido sustituto incluyen:

- ↻ Baja o nula degradación mientras se encuentre en uso bajo un período de tiempo
- ↻ Compatibilidad con los materiales usados en el transformador
- ↻ Alto punto de flama por seguridad
- ↻ Alto potencial dielectrico (>30 kV)
- ↻ Baja presión de vapor
- ↻ Bajo coeficiente térmico de expansión
- ↻ Baja razón de emisión de calor en el evento de fuego
- ↻ Buena conductividad térmica, calor específico y baja viscosidad sobre un amplio rango de temperaturas
- ↻ Mayor densidad a la del agua
- ↻ Ausencia de productos tóxicos en la descomposición o combustión
- ↻ No toxicidad y biodegradabilidad en el ambiente
- ↻ Costos razonables.

El fluido más seguro es el tri-tetraclorobenceno (TTCB) el cual es ya un componente de todos los transformadores de BPC's (algunos BPC's contienen el 30 a 40 % de TTCB). Diluyendo los BPC's con TTCB se consigue bajar la viscosidad del fluido el cual mejora la circulación y la efectividad de aislamiento en el transformador.

Sin embargo, sólo se debe adicionar una cantidad limitada de TTCB, ya que puede crear problemas de de-energización. Para proporcionar un margen seguro, se recomienda adicionar no más de una tercera parte del volumen original de BPC's en cualquier transformador al aire libre.

CAPITULO

CINCO

CAPITULO CINCO.

TECNOLOGIAS PARA EL TRATAMIENTO Y/O DESTRUCCION DE BPC's

En los capítulos precedentes se ha hecho mención de las razones por las cuales los Bifenilos Policlorados deben ser tratados de una forma especial, las reacciones que se han desprendido de su inapropiado manejo y las acciones que se han llevado a cabo, para tratar de cumplir con metas de desincorporación y eliminación de los mismos.

Tomando como base lo anterior, es necesario contar con tecnologías capaces de brindar un nivel de certidumbre de destrucción o reducción de la concentración presente en los BPC's; por tal motivo el presente capítulo describe algunas de las tecnologías usadas para tales fines, así como presentar las principales ventajas y desventajas que resultan de su empleo.

5.1. PROCESOS TERMICOS.

Todas las tecnologías que conforman los procesos térmicos se basan en la reacción de oxidación a través de una combustión controlada. Bajo condiciones adecuadas de operación, algunos sistemas de destrucción cuentan con niveles de eficiencia de combustión de 99.99% y una eficiencia de destrucción y remoción de 99.9999% manteniendo los niveles permitidos para emisión de partículas y contaminantes orgánicos.

Existen diferentes clases de sistemas de destrucción térmica, los más utilizados para los BPC's son los incineradores de inyección líquida y los incineradores de horno rotatorio. La tecnología involucrada en estos procesos requiere de la reducción en el tamaño de los sólidos y/o atomización de líquidos, para el suministro de residuos dentro de una cámara refractaria lineal donde el residuo se oxida por una flama de combustión controlada.

En el caso de que los BPC's sean los únicos componentes de la alimentación de residuos, es necesario un combustible auxiliar (carbón, aceite o gas natural) para llevar a cabo la combustión.

La mayoría de los incineradores son instalaciones fijas o estacionarias; sin embargo, se han desarrollado sistemas térmicos móviles para la destrucción de residuos BPC's, principalmente en Estados Unidos y Canadá.

La tecnología basada en hornos rotatorios, acepta una gran variedad de residuos para su destrucción incluyendo líquidos, sedimentos y sólidos como suelos y capacitores fragmentados y enteros.

Cualquier sistema de destrucción térmica debe cumplir con ciertos requerimientos técnicos, con el propósito de limitar la emisión al medio ambiente de subproductos de combustión (dibenzodioxinas y dibenzofuranos) o de los mismos BPC's, estableciendo un cuidadoso control de la operación y un sistema de monitoreo eficiente con el que se pueda determinar de forma rápida y segura si las emisiones y residuos del proceso se encuentran dentro de los límites establecidos para una apropiada destrucción y combustión. La TSCA (Toxic Substance Control Act) establece 99.9999% de destrucción o remoción de Bifenilos Policlorados; 0.08 g/dscf como máximo de emisiones de partículas; 99% de remoción de HCl; 2 segundos de tiempo de residencia a una temperatura de 1200° C; 3 % de exceso de oxígeno como mínimo. Los requerimientos técnicos son los siguientes:

- ↪ Operación normal con un mínimo de 99.9999% de eficiencia en la destrucción y remoción de BPC's. Esto significa que el 99.9999% de los BPC's introducidos al proceso serán destruidos o removidos de las emisiones gaseosas del sistema. Lo que equivale a limitar las emisiones de BPC's en los gases de salida a 1 mg de BPC's en la emisión total/kg de BPC's alimentados.
- ↪ Tiempo de residencia de 2 segundos a 1200° C y un mínimo de 3% en exceso de oxígeno. Estas condiciones de tiempo, temperatura y cantidad de oxígeno aseguran una buena combustión de BPC's.
- ↪ Concentración promedio CO (monóxido de carbono) de 57 mg/Nm³. Un bajo nivel de CO indica una buena combustión.
- ↪ Límites máximos permisibles de BPC's para emisiones al medio ambiente derivadas del tratamiento térmico en: aguas residuales (5 µg/l) y en emisiones a la atmósfera (0.5 mg/m³) de los procesos de tratamiento. Los sólidos residuales con concentraciones por arriba de estos límites que los hacen peligrosos se les debe dar un tratamiento adicional o manejarlos como residuos peligrosos.
- ↪ Límites máximos permisibles para policlorodibenzodioxinas (PCDD) y policlorodibenzofuranos (PCDF). Ningún residuo sólido o líquido o gaseoso principalmente debe tener concentraciones mayores a las especificadas en la Tabla 5.1:

TABLA 5.1. LIMITES MAXIMOX PERMISIBLES PARA PCDD Y PCDF

Parámetro	Concentración
Aire	0.1 ng/m ³ (EQT)
Agua	0.005 µg/L
Sólidos	0.001 mg/kg
EQT: Equivalente tóxico ng: nanogramos	

A pesar de estar dictados los criterios que conducen a una buena combustión es necesario aclarar que ésta, es regida por el principio de las tres T's; Tiempo de residencia, Temperatura y Turbulencia, por lo que se han desarrollado tecnologías que al carecer de la capacidad de generar altas temperaturas o simplemente no contemplarlas para su desarrollo, ayudan al proceso térmico mediante el empleo de mayores tiempos de residencia en los que se pueda lograr la destrucción esperada o en la turbulencia con la que se consiga mayor contacto superficial o molecular y con esto acelerar la reacción de oxidación. Posteriormente se describirán algunas de ellas que han logrado destruir eficientemente BPC's sin que exista una alta temperatura de por medio.

Para someter a un residuo BPC's a un proceso térmico es necesario conocer primero el estado físico del residuo BPC's : líquido o sólido, si el residuo es sólido, el tamaño, la forma y cantidad de éste, así como el poder calorífico establecido. Los porcentajes de carbón, hidrógeno, oxígeno, halógenos, así como el contenido de humedad para calcular los requerimientos de aire estequiométrico de combustión y así predecir el flujo de gas de combustión y su composición. La presencia de halógenos puede resultar en la formación de sus ácidos como por ejemplo en el caso de los BPC's el contenido de Cl es importante para prever el suministro necesario estequiométrico de Hidrógeno para favorecer la formación de HCl y no de Cl₂.

La tecnología de incineración bajo condiciones rigurosas de control de operación y emisiones (regulación ambiental) es el proceso de destrucción más aceptable y recomendado para residuos de BPC's con altas concentraciones (>500 ppm), como askareles, material contaminado y capacitores completos. También se acepta para la disposición de líquidos y sólidos contaminados con bajas concentraciones.

Estos procesos involucran los ya mencionados hornos rotatorios especiales con capacidad para incinerar sólidos y líquidos con contenidos de BPC's en cualquier concentración. Los controles rigurosos se centran en evitar la emisión de BPC's y subproductos de combustión incompleta. Estas tecnologías requieren del cumplimiento de legislaciones y regulaciones ambientales estrictas, así como contar con autorizaciones para operar bajo procedimientos de control rigurosos.

Algunas de las tecnologías para la incineración de Bifenilos Policlorados más empleadas a escala mundial son las siguientes:

TECNOLOGIA	PORCENTAJE
Incinerador de inyección líquida	~ 60
Horno rotatorio	~ 20
Incinerador de lecho fijo	~ 12
Incinerador de lecho fluidizado	~ 4
Incinerador de calderas múltiples	~ 2
Otros	~ 2

FUENTE. CURTIS C. TRAVIS, 1989.

5.1.1. HORNOS ROTATORIOS.

VENTAJAS

Incineran un amplio rango de líquidos, lodos y desechos sólidos

Pueden operar a temperaturas en exceso de 1600° C para la destrucción de residuos difíciles.

DESVENTAJAS

↻ Altos costos de capital

↻ El choque térmico en la operación produce daños al refractario

PRINCIPIO DE OPERACIÓN

- 1.- Residuos sólidos o líquidos se alimentan en corriente paralela o a contracorriente a la flama
- 2.- El residuo atraviesa las etapas de secado, pirólisis y oxidación
- 3.- Gases del horno a cámara secundaria
- 4.- Gases pasan a caldera para recuperación de energía

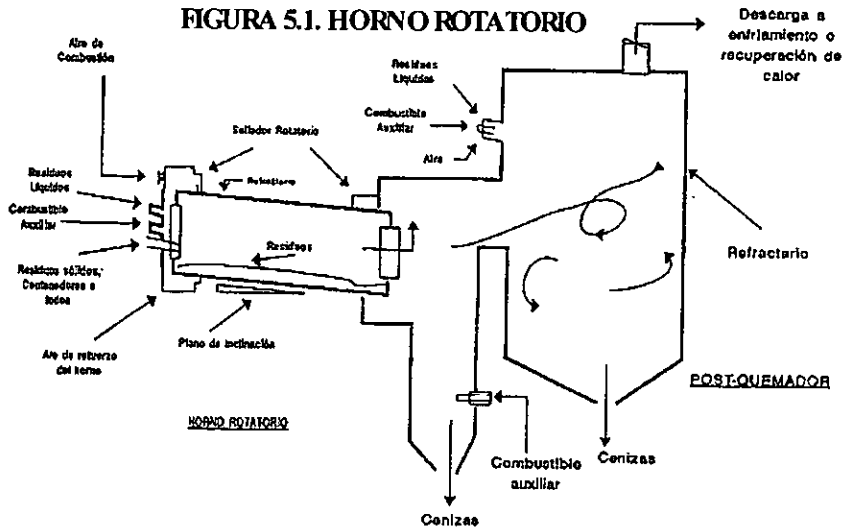
CONDICIONES DE OPERACIÓN

Temperatura de operación: 800-1600° C

Tiempo de residencia: 1-3 segundos. El tiempo de residencia es ajustado por la velocidad de rotación del horno o por la relación de alimentación.

Rotación de la coraza: 12 rpm (0.3 a 1.5 m/min)

La mayoría de los incineradores de hornos rotatorios son instalaciones fijas; sin embargo, se han desarrollado sistemas móviles con la finalidad de reducir los riesgos que se involucran en la transportación de residuos peligrosos.



5.1.2. HORNOS DE CEMENTO

VENTAJAS

- ☞ Las temperaturas y tiempos de residencia son más que adecuados para la destrucción completa de BPC's.
- ☞ Las altas temperaturas alcanzadas en estos hornos permiten una eficiencia de destrucción de los Bifenilos Policlorados en un 99.9999%, antes de alcanzar la temperatura más alta lograda en ellos.
- ☞ No existe riesgo de formación de dioxinas y furanos ya que las altas temperaturas se alcanzan en cuestión de segundos evitando con esto el pasar por los 350°C, temperatura a la cual se forman dichos compuestos.
- ☞ No existe problema para neutralizar el ácido clorhídrico formado en la combustión de BPC's, debido a que las materias primas del cemento formarán cloruros que se integran a los constituyentes del clinker.
- ☞ Los BPC's poseen un poder calorífico de cerca del 65%, que puede ser utilizado como combustible alternativo.
- ☞ Las partículas emitidas al aire pueden ser controladas a través de colectores de partículas o precipitadores electrostáticos.

DESVENTAJAS

- La industria cementera señala a los siguientes residuos industriales no adecuados para formular combustibles alternos; como son: radioactivos, pesticidas, biológicos y hospitalarios y a los BPC's, porque a pesar de conocer la eficiencia de destrucción de algunos de ellos, tendría un fuerte impacto en su mercado el algunos sectores de la sociedad temen que los cementos que producen estén contaminados con BPC's.
- Se requiere implementar al sistema de incineración dispositivos destinados a la medición de emisiones y control de las condiciones de operación.

Estos hornos a diferencia de los hornos rotatorios poseen un ambiente altamente alcalino que favorece la neutralización del ácido clorhídrico formado en el mismo, además de que las cenizas formadas libres ya de Bifenilos Policlorados quedan incorporadas en el producto final. Estos hornos pueden manejar debido a sus altas temperaturas de operación, otro tipo de residuos los cuales son introducidos en el horno por medio de un eyector mezclado con el combustible empleado normalmente en el mismo.

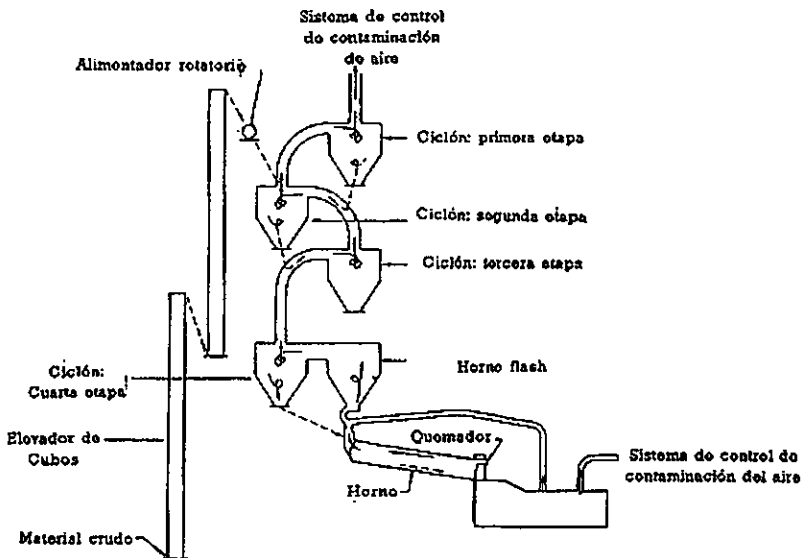
CONDICIONES DE OPERACIÓN

Temperatura de operación: 1400-1600° C

Tiempo de residencia materias primas: 1-4 horas

Tiempo de residencia gases: 10-20 segundos

Rotación del horno: 7.6-13.7 m/min.



5.1.3. INCINERACION DE INYECCION LIQUIDA

VENTAJAS

- ↻ Bajos costos de aislamiento, operación y mantenimiento.
- ↻ Alta velocidad de tratamiento de residuos.

DESVENTAJAS

- ↻ Sólo puede quemar desechos que puedan ser atomizados
- No pueden manejar muchas partículas, lodos o sólidos

PRINCIPIO DE OPERACIÓN

- 1.- El residuo se hace pasar por un filtro (remoción de partículas sólidas)
- 2.- Pre calentamiento
- 3.- Alimentación mediante atomización para su quema en suspensión
- 4.- Gases a depurador venturi
- 5.- Condensación del agua
- 6.- Gases a atmósfera por chimenea de tiro forzado

CONDICIONES DE OPERACIÓN (Líquidos)

Temperatura de operación: 800-1700° C

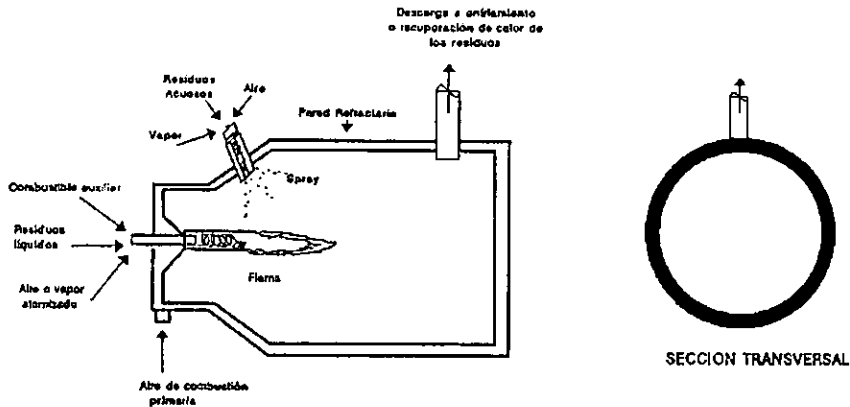
Tiempo de residencia: 0.3-2 segundos

% aire en exceso: 120-160%

El residuo líquido se filtra y su viscosidad se reduce por el calentamiento o mezclándolo con un fluido de baja viscosidad. El líquido se introduce a través de una boquilla de atomización giratoria, o un atomizador sencillo a presión o bien, por un atomizador multiporo para dos fluidos a alta presión.

Los sistemas de incineración de inyección líquida pueden servir como cámaras secundarias de combustión o postquemadores en otras clases de incineradores.

FIGURA 5.3. INCINERACION DE INYECCION LIQUIDA



5.1.4.-INCINERADOR DE LECHO FIJO

VENTAJAS

- ↪ Manejo de residuos sólidos BPC's voluminosos

DESVENTAJAS

- ↪ Baja eficiencia térmica

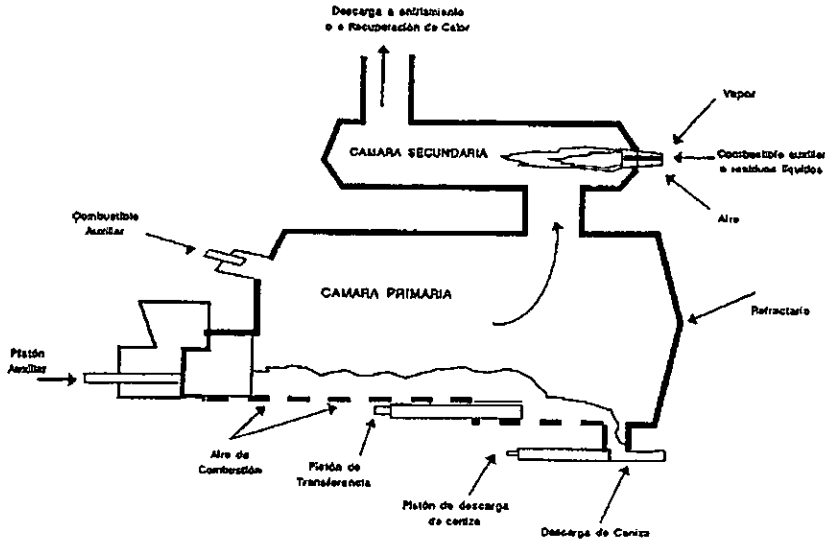
PRINCIPIO DE OPERACIÓN

- 1.- Alimentación de residuos sólidos BPC's por arietes hidráulicos
- 2.- Combustión en cámara primaria
- 3.- Combustión de gases en cámara secundaria
- 4.- Remoción de cenizas por pistones hidráulicos hacia el tanque de enfriamiento.

CONDICIONES DE OPERACIÓN

- Temperatura de operación: 650-1000° C
Tiempo de residencia: 1 hora aproximadamente
% de aire en exceso: 50-80%

FIGURA 5.4. INCINERADOR DE LECHO FIJO



5.1.5. INCINERADORES DE LECHO FLUIDIZADO

VENTAJAS

- Los requerimientos de combustible para residuos BPC's y lodos húmedos de BPC's con bajo contenido energético se ven reducidos debido al poco exceso de aire necesario para que se lleve a cabo la combustión.

DESVENTAJAS

- Uso limitado para residuos sólidos BPC's (trituración previa)
- La temperatura máxima de operación debe ser limitada por el punto de fundición del lecho.
- Altos costos por reemplazo del lecho

PRINCIPIO DE OPERACIÓN

El incinerador cuenta con un lecho de material granular fino para facilitar el mezclado, transferencia de calor y la eficiencia de combustión.

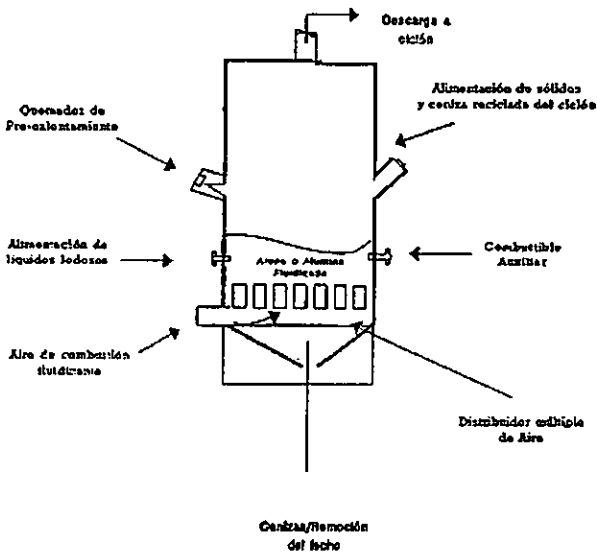
El aire entra a través del plato distribuidor al fondo del lecho. La alimentación ocurre por los quemadores situados dentro de la cámara.

Existen dos tipos de incineradores de lecho fluidizado, el burbujeante, en el que el lecho se expande hasta la salida de gases del incinerador y el circulante, en el que las partículas del lecho son arrastradas por el alto flujo de aire hasta la cámara de combustión, para ser separadas por un ciclón y retornarlas a la cámara de combustión. En este tipo de incinerador el reemplazo del lecho debe ser periódico para mantener la altura del lecho.

CONDICIONES DE OPERACIÓN

Temperatura de operación: 700-1100° C (Temperatura limitada por la fusión del lecho). Los incineradores de este tipo proporcionan áreas superficiales grandes para la transferencia de calor, buen mezclado y tiempos de residencia largos.

FIGURA 5.5. INCINERADOR DE LECHO FLUIDIZADO



5.1.6. HORNOS DE CALDERAS MÚLTIPLES.

VENTAJAS

- ↻ Altos tiempos de retención de residuos sólidos BPC's.
- ↻ Altas eficiencias térmicas.

DESVENTAJAS

- ↻ Altos costos de mantenimiento.

PRINCIPIO DE OPERACIÓN

- 1.- Los residuos se alimentan en la parte alta de las calderas individuales.
- 2.- La flecha de rotación mezcla el residuo con aire de combustión distribuyendolo en cada caldera.
- 3.- La caída de los residuos es descargada como ceniza al fondo del incinerador.
- 4.- El aire de combustión fluye a contracorriente de los residuos. Entra a través de los quemadores y sale por la parte alta de la unidad. El aire es precalentado por un intercambiador de calor.

CONDICIONES DE OPERACIÓN

En estos hornos se pueden observar tres zonas.

Parte alta

Temperatura de operación: 350-550° C (Secado)

Parte media

Temperatura de operación: 800-1000° C (Incinerado)

Parte baja

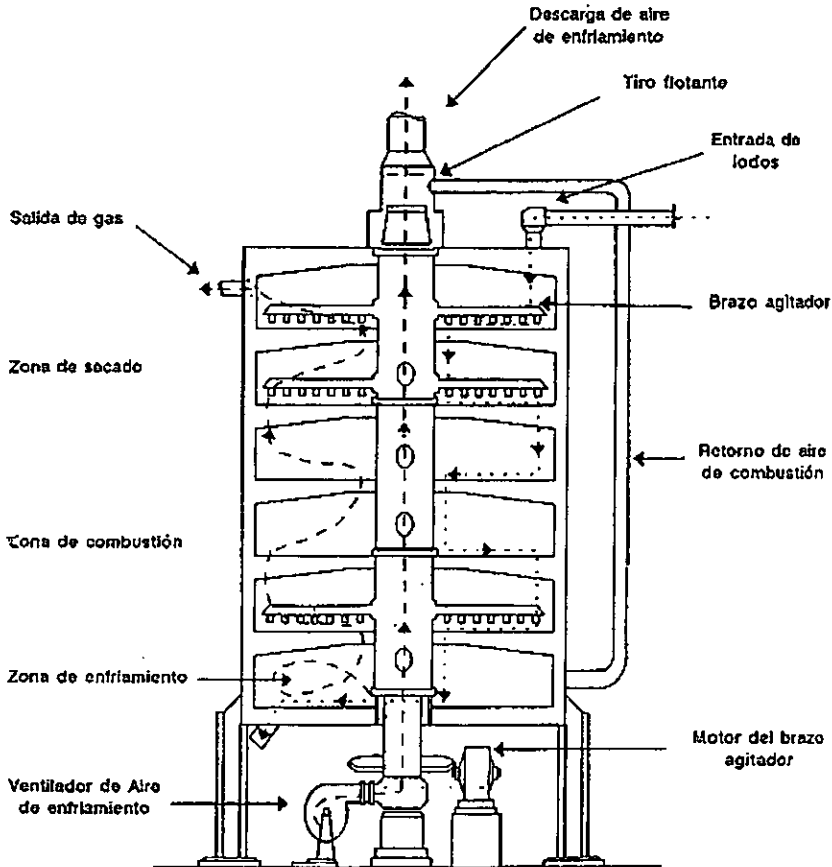
Temperatura de operación: 200-350° C (Enfriado)

Tiempo de residencia a lo largo del horno 1-3 horas. Es controlado por la relación de rotación de los brazos.

Estas condiciones son inadecuadas para destruir los BPC's a menos que se tomen las siguientes medidas:

- ↻ Instalar un postquemador o cámara de combustión posterior que opere con la temperatura y tiempo de residencia adecuado para una destrucción completa de BPC's.
- ↻ Alimentar BPC's dentro de la caldera intermedia o lo más cerca posible de la línea de calderas finales para lograr tiempos de residencia menores.

FIGURA 5.6. HORNO DE CALDERAS MÚLTIPLES



5.1.7. INCINERADORES DE BAÑO DE SAL FUNDIDA.

Como ya se dijo un 2% de los incineradores destinados a la destrucción de BPC's corresponde a tecnologías cuya principal, y en algunos casos única, desventaja está representada por el alto costo de inversión para ponerlos en marcha, por lo cual su uso para este fin es nulo; el incinerador de baño de sal fundida es una de esas tecnologías, el cual consiste en la inyección de residuos y aire premezclados en una alberca de sal fundida en donde los residuos son destruidos por alta temperatura de esta sal. La sal sirve como lavador para los gases de ácidos producidos durante la combustión. Algunas fuentes citan la composición de esta sal como, un 90% de Na_2CO_3 (Carbonato de sodio) y 10% de Na_2SO_4 (Sulfato de sodio).

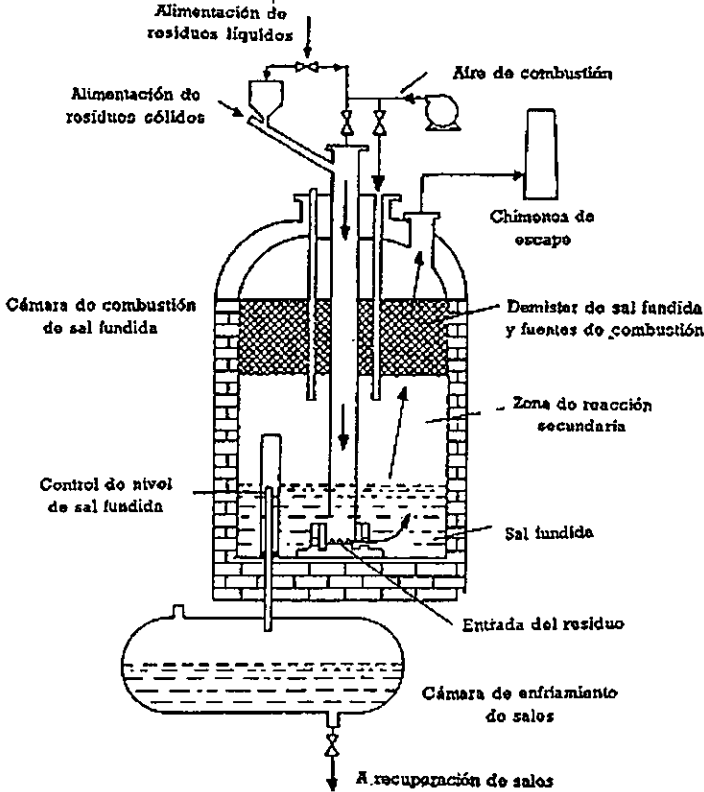
CONDICIONES DE OPERACIÓN

Temperatura de operación: 810-980° C

Tiempo de residencia: 5 segundos (Líquidos), 1-2 horas (Sólidos)

Eficiencia de destrucción y remoción: 99.9999% o más. Esta eficiencia se incrementa en proporción directa a la profundidad del lecho utilizado y debido al incremento del tiempo de residencia.

FIGURA 5.7. INCINERADOR DE BAÑO DE SAL FUNDIDA



5.1.8. PROCESO DE PLASMA.

Otra de las tecnologías que cubren el 2% de las tecnologías no empleadas por el alto costo que representa es precisamente el proceso de plasma, el cual es un gas caliente ionizado, generado por aire pasado por un arco eléctrico.

Este plasma es aplicado a residuos a una temperatura por arriba de los 2750° C y estos son disociados a sus componentes ionizados y atómicos para formar parte del plasma.

El arco eléctrico puede funcionar como un proceso directo en el que se alimentan los residuos por una rejilla, los residuos son recolectados en una charola de fundición al fondo de la unidad y al ser ionizados son separados en sus formas atómicas por densidad, este instrumento es operado bajo condiciones pirolíticas (en ausencia de oxígeno).

La aplicación de los anteriores procesos es la siguiente:

Tecnología	Incinerador de Inyección Líquida	Incinerador Lecho Fijo	Horno Rotatorio	Incinerador Lecho Fijo	Incinerador de Calderas Múltiples
Líquidos BPC's baja viscosidad	☺	☺	☺	☺	☺
Líquidos BPC's viscosos		☺	☺	☺	☺
Lodos BPC's		☺	☺	☺	☺
Sólidos BPC's triturados		☺	☺	☺	☺
Sólidos BPC's voluminosos			☺	☺	
Tierras contaminadas con BPC's			☺		
Gases de la combustión de BPC's	☺	☺	☺	☺	☺

FUENTE: DE LA GREGA, 1988.

Los gases están considerados en esta tabla debido a que la incineración de BPC's también contempla los gases de combustión formados.

La principal desventaja para el empleo de estas tecnologías como medio de destrucción de los Bifenilos Policlorados es la formación de dioxinas y furanos que como ya se ha mencionado representan un riesgo aún mayor que los propios BPC's.

5.2. PROCESOS NO TERMICOS.

Los procesos no térmicos para la destrucción de BPC's se pueden clasificar en químicos y biológicos con una gran variedad de tecnologías para cada uno de ellos. Estos procesos tienen como finalidad la destrucción y/o remoción eficiente (99.9999%) de BPC's.

Todos los procesos de tratamiento no térmico para la destrucción de BPC's deben apearse a los requerimientos establecidos por las autoridades ambientales así como cumplir con los límites máximos permisibles estipulados.

5.2.1. SODIO DISPERSO A BAJA TEMPERATURA.

Los bifenilos policlorados pueden destruirse o descontaminarse por medios químicos. La destrucción química de los BPC's se puede realizar en fluidos y aceites contaminados con BPC's.

El método de destrucción no térmico más común se basa en un reactivo de metal alcalino en este caso sodio (Na); el cual reacciona selectivamente con el cloro de la molécula de BPC's para producir cloruro de sodio (NaCl), hidróxido de sodio (NaOH) y un residuo de polibifenil no halogenado. Los sistemas comerciales, ya sean fijos o móviles, separan los residuos del aceite tratado el cual puede reutilizarse por el generador y la sal obtenida empleada como material para construcción de carreteras.

En este proceso, se requiere remover la humedad o el exceso de agua antes de iniciar el tratamiento, para evitar reacciones violentas con el sodio.

Las operaciones de los sistemas de declorinación usualmente involucran tres etapas:

- ↪ Pretratamiento de la alimentación de residuos BPC's, extrayendo las impurezas por filtración.
- ↪ Descontaminación de los residuos a través de una reacción química con temperatura; ya sea ambiente o ligeramente elevada.
- ↪ Clarificación del aceite tratado para separar los residuos del proceso; normalmente se introduce nitrógeno al reactor para eliminar el aire y prevenir explosiones que pueden resultar de la generación de hidrógeno.

Los sistemas móviles de declorinación de BPC's se instalan en uno o dos trailers y requieren de uno a tres días para ponerlos en operación. La velocidad de alimentación de aceite contaminado en los sistemas de declorinación varían de acuerdo al tipo de tecnología y a la concentración de BPC's en el aceite y pueden ir desde 700 hasta 3000 l/h. Normalmente las emisiones al aire son nulas o mínimas.

El proceso incluye un sistema de destilación móvil y un reactor donde se lleva a cabo el proceso de destrucción de los BPC's; dicho reactor opera en atmósfera inerte de nitrógeno.

La mezcla de BPC's dentro del reactor se calienta y se mezcla por agitación durante cierto periodo de tiempo y se agrega lentamente el reactivo de sodio para iniciar la reacción de destrucción de BPC's. Aunque no existe emisión de gases tóxicos durante la reacción, el nitrógeno originalmente cargado al reactor y los gases generados se purgan de la unidad antes de neutralizar el exceso de sodio. Durante la neutralización de sodio, se mantiene un flujo de nitrógeno en el reactor para diluir y remover trazas de hidrógeno generado por la reacción de sodio con agua.

Se extraen muestras de aceite del reactor y se analizan en un cromatógrafo de gases instalado en la unidad. Después de confirmada la destrucción de BPC's, el exceso de sodio se neutraliza generalmente con agua y los subproductos de la reacción se descargan del reactor.

Para determinar la cantidad de BPC's emitidos durante el proceso, los gases eliminados del reactor se analizan por cromatografía de gases.

En la actualidad este proceso tiene una capacidad de destrucción de 50 a 60 kg de BPC's puros por lote.

Existen procesos a base de sodio, que operan a bajas presiones y temperaturas, con los cuales se logra destruir eficientemente los residuos tóxicos que contienen BPC's cumpliendo así con la normatividad ambiental establecida.

Esta tecnología es una de las alternativas adecuadas para destrucción de este tipo de residuos tóxicos, debido a:

- ☛ Las características móviles del proceso permiten destruir los residuos en su lugar de generación, sin necesidad de correr riesgos innecesarios al transportarlos.
- ☛ Los costos de destrucción son competitivos e incluso más baratos que otras alternativas.

5.2.2. POLIGLICOLES CON HIDROXIDO DE POTASIO.

Este método, se basa en la destrucción de BPC's dentro de un reactor con agitación, donde se alimenta el aceite contaminado con BPC's, agua, polietilenglicol (PEG) e hidróxido de potasio (KOH). La reacción completa ocurre rápidamente, obteniéndose como producto final el aceite descontaminado y algunos subproductos no-BPC's. Los subproductos son insolubles en el aceite y se remueven fácilmente por decantación o filtrado.

Este proceso destruye los BPC's como resultado de una simple sustitución química de átomos de cloro por moléculas de glicol en los BPC's. Los subproductos no-BPC's pueden incinerarse y el aceite descontaminado puede utilizarse como combustible.

5.2.3. DECLORINACION CATALITICA DE BPC's.

Este método consiste en el empleo de 60% de Níquel (Ni) o 10% de Paladio (Pd) sobre Carbono (C) con lo cual se logra remover 90% del cloro de los BPC's en aproximadamente cinco horas a una temperatura de entre 100 y 200° C.

Sin embargo, esta reacción requiere el manejo de presiones relativamente altas (30-50 atm) en atmósfera de hidrógeno, el ácido clorhídrico (HCl) liberado tiene que eliminarse con el propósito de prevenir la desactivación del catalizador y evitar problemas de corrosión.

5.2.4. REDUCCION DE BPC's UTILIZANDO NIQUEL COMO CATALIZADOR.

Este método puede ser transportado en equipo móvil convencional, y a un bajo costo; dicho método provee una eliminación sin riesgos. El proceso fue desarrollado basado en un catalizador de níquel reduciendo haluros aromáticos con cinc (Zn).

Para la destrucción de BPC's puros, se ha usado como modelo el Aroclor 1260 demostrando que se logra la reducción de al menos un 99.5% de BPC's. Posteriormente se evaluó que el 95% fue convertido a bifenilo sin halógenos y el remanente era predominantemente cloro y dicloro bifenilos que pueden recuperarse junto con el componente catalítico y pueden reciclarse para una próxima reacción.

Los solventes y catalizadores usados para la reacción son reciclables. El bifenilo y una solución concentrada de haluro de metal acuoso son los únicos residuos del proceso.

5.2.5. PROCESO DE REDUCCION EN FASE GASEOSA.

El proceso involucra la reducción en fase gaseosa de los compuestos orgánicos, por hidrógeno a temperaturas altas. Los hidrocarburos clorados, como los bifenilos policlorados y las dibenzodioxinas, se reducen químicamente a metano y cloruro de hidrógeno (HCl); al mismo tiempo que los contaminantes orgánicos no clorados, como los hidrocarburos poliaromáticos se reducen a metano y otros hidrocarburos mayores. El HCl que se produce se puede recuperar o neutralizar.

El beneficio de emplear una atmósfera de hidrógeno para la destrucción de compuestos orgánicos clorados, como los BPC's, es que no ocurre la formación de dioxinas y furanos y si existen en el residuo se destruyen efectivamente. La atmósfera reductora de hidrógeno se mantiene a más de 50% de hidrógeno seco para prevenir la formación de hidrocarburos poliaromáticos. Por medio de la medición de la concentración de los productos de la reducción intermedia, se obtiene una indicación continua de la eficiencia de destrucción del proceso.

5.2.6. OXIDACION A BAJA TEMPERATURA.

Los hidrocarburos halogenados se pueden destruir por medio de oxidantes sólidos en presencia de ácidos a temperatura ambiente.

El compuesto oxidante puede ser óxido de manganeso (MnO), Cromo (Cr) o Vanadio (V); o bien un cromato o dicromato. Específicamente se ha utilizado el permanganato de potasio con ácido sulfúrico, con un tiempo de reacción de aproximadamente 30-90 min.

Las ventajas de este método de destrucción de BPC's, son que es un proceso seguro, eficiente, sin riesgos y la energía requerida para realizarlo es mínima.

5.2.7. OZONOLISIS CON LUZ ULTRAVIOLETA.

Otro método de destrucción que se encuentra en desarrollo, utiliza ozono para la oxidación de BPC's. Se encontró que excesos de ozono en el intervalo de 6 a 8 % son suficiente para producir la destrucción de los BPC's del orden de 90-95 %.

De esta forma para 100 lbs de BPC's, se requieren 100 lbs de ozono y aproximadamente 1000 kW/h de consumo eléctrico.

Los enlaces carbón-halógeno se rompen antes de que se oxide el resto de la estructura y los átomos de halógeno aparecen en solución como iones haluros. Se observan efectos sinérgicos del ozono y la luz UV que se traducen en un aumento de la velocidad de reacción.

La magnitud del efecto es mayor para bajas concentraciones de BPC's (1 ppm), que para relativamente altas (100 ppm).

5.2.8. CLOROLISIS

La clorólisis de residuos de hidrocarburos se ha utilizado en gran escala. Este proceso incluye la reacción de cloro, en estado gaseoso a presiones de hasta 25 Mpa y temperaturas próximas a los 640° C con residuos de hidrocarburos para obtener tetracloruro de carbono y ácido clorhídrico.

Este proceso se utiliza para residuos alifáticos principalmente, su uso en la destrucción de BPC's juega un papel secundario. Las condiciones de reacción necesarias para el tratamiento de BPC's sin diluir puede resultar en un incremento en el tiempo de residencia o se requiere del uso de un catalizador para llevar a cabo la reacción en forma eficiente.

El tetracloruro de carbono y ácido clorhídrico son reactivos comerciales, los cuales pueden separarse convenientemente del material procesado mediante destilación. La mezcla resultante se recicla en el reactor.

La reacción de clorólisis es exotérmica y consecuentemente reduce los costos de proceso. Sin embargo, debido a la naturaleza corrosiva de los productos químicos involucrados y las condiciones de reacción extremas, el proceso requiere de recipientes construidos con níquel de alta pureza; lo cual se traduce en un alto costo de inversión.

5.2.9. METODO ELECTROQUIMICO.

La oxidación electroquímica catalizada (CEO), utiliza reacciones químicas similares a aquellas encontradas en los acumuladores de los automóviles, para la destrucción de residuos orgánicos. El CEO utiliza ácido nítrico y cerio metálico disuelto como catalizador para la destrucción de residuos orgánicos líquidos y sólidos.

Una ventaja del proceso CEO es que se lleva a cabo en una unidad autocontenida llamada T-Cell, la cual contiene una solución electrolítica que destruye los residuos cuando se le aplica una corriente eléctrica.

Para la mayoría de los compuestos orgánicos que se les aplica este proceso, los productos resultantes obtenidos de la reacción son dióxido de carbono y agua.

En este proceso los costos son significativamente más bajos comparándolos con los sistemas de incineración; los costos de transportación se pueden eliminar mediante la utilización de una unidad portátil.

5.3. METODOS BIOLÓGICOS O BIORREMEDIACION.

Los procesos de destrucción biológica de BPC's representan una opción práctica para el tratamiento de suelos como una alternativa de limpieza de derrames. En este contexto se han investigado procesos utilizando bacterias que no se han desarrollado a escala comercial.

Sin embargo, se encontró reportada una tecnología a base de un hongo, *Phanerochaete Chrysosporium*, que produce un sistema enzimático no específico que degrada una gran variedad de contaminantes orgánicos (entre ellos los BPC's) a través de la producción de radicales libres que efectúan numerosas reacciones de ruptura en las moléculas como forma de degradación.

El criterio de efectividad para este tipo de tecnologías es que sean capaces de disminuir la contaminación a niveles de 1 a 10 ppm de BPC's.

El problema de degradación de los BPC's utilizando métodos biológicos, es que los BPC's se encuentran en mezclas de diferentes isómeros y los microorganismos sólo pueden degradar estructuras con bajos contenidos de cloro, esto provoca que la eficiencia de degradación disminuya cuando el número de cloros es mayor en las moléculas contaminantes.

Algunas empresas extranjeras realizan degradación de BPC's utilizando un proceso biológico; el cual se basa en la biodegradación aeróbica de lodos y sedimentos contaminados con BPC's. Esta metodología requiere primeramente un proceso de degradación anaeróbico para que los BPC's puedan ser parcialmente declorados y sufrir subsecuentemente una oxidación por ambiente aeróbico. Además, la velocidad de dechloración anaeróbica disminuye con el decremento en el número de cloros y la oxidación aeróbica se efectúa fácilmente cuando menos cloros están presentes.

La degradación completa de congéneres altamente clorados puede llevarse a cabo si hay una secuencia de un cambio entre un ambiente anaeróbico y un aeróbico.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

DISCUSION

El problema que representan los Bifenilos Policlorados (BPC's) en México, cobrará su mayor efervescencia al momento de la publicación de la Norma Oficial Mexicana que establece las especificaciones para el manejo de BPC's; lo anterior sustentado en diversos factores que intervendrán para conseguir el cumplimiento de los objetivos primordiales establecidos en la misma; por lo que se deberán dirigir esfuerzos en rubros sociales, políticos, ambientales, tecnológicos y sobre todo económicos para lograrlo.

El principal obstáculo al que se enfrentará será la falta de infraestructura necesaria, que será subsanada con la promoción de la Norma Oficial Mexicana y el desarrollo previo de estrategias para incentivar al sector industrial hacia el empleo de tecnologías limpias que permitan la implementación de la correcta y definitiva eliminación de los BPC's. Otro contratiempo es el desconocimiento de los generadores de estas sustancias en sus transformadores y capacitores principalmente, por lo que es importante que todos los generadores tengan un conocimiento real las mismas lo que llevará a tener una conciencia ambiental no sólo para los BPC's sino para otros residuos de los que también pueden ser generadores.

El gobierno, industria y grupos ambientales han incrementado la preocupación por la necesidad de generar rutas ambientalmente aceptables para el tratamiento y destrucción de residuos industriales y peligrosos. La incineración es un método alternativo para disponer de un gran número de residuos combustibles. Entre las ventajas del uso de la incineración para la destrucción de residuos dentro de los que se encuentran los BPC's están:

- ↻ La tecnología de combustión está bien desarrollada.
- ↻ La incineración es aplicable a más residuos además de los BPC's.
- ↻ El poder calorífico de los BPC's puede ser empleado para disminuir el consumo de combustible.
- ↻ Se pueden manejar grandes volúmenes.

Aunque lo anterior es importante, también es primordial hacer mención de algunas desventajas asociadas con su uso:

- ↻ Requiere equipo costoso que puede ser de complicada operación.
- ↻ No siempre es la última etapa de disposición (las cenizas pueden ser tóxicas).
- ↻ Los productos de combustión pueden ser contaminantes y pueden ser peligrosos para la salud o dañar el medio ambiente

En México una opción tecnológica es la industria cementera, considerada como de punta a nivel nacional ya que hoy en día representa una opción completamente segura para diversos residuos peligrosos; sin embargo, pese a que el horno cementero consigue obtener temperaturas por encima de los 1500° C, tiempos de residencia y mezclado adecuados que permitan la destrucción de los BPC's sin que esto represente un riesgo para el medio ambiente y la salud humana, se presentan obstáculos como lo es la oposición de sectores sociales como las Organizaciones no Gubernamentales (ONG's) a la incineración de ciertos tipos de residuos que pudieran no ser totalmente destruidos y estar contenidos en los productos finales o por la formación de subproductos tóxicos como policlorodibenzodioxinas PCDD y policlorodibenzofuranos PCDF.

La destrucción a las temperaturas manejadas por un horno cementero es completa según lo marcan los parámetros establecidos por la Toxic Substance Control Act (USTSCA) y un estricto control de los gases de salida, los cuales serán un indicador de la eficiencia de destrucción que se esté llevando en el horno, igualmente la formación de dioxinas y furanos se derivará de varios factores dentro de los que se encuentra la presencia de cloro como precursor en la formación de los mismos o de una combustión inadecuada en la que la temperatura de los gases de salida de un horno o de una cámara secundaria no estén por debajo de las temperaturas de formación de estos compuestos, por lo cual se requerirá disminuir inmediatamente la temperatura de descarga de los gases para evitar así la salida de estos compuestos al ambiente

Asimismo la industria cementera tiene restringida su gama de residuos a ser destruidos manteniendo al margen de sus incineradores algunos como los Biológico Infecciosos, radioactivos, plaguicidas y BPC's debido al temor que existe en la sociedad por la incineración de estos residuos y que conlleve a una caída en las ventas de sus productos.

En Estados Unidos algunas organizaciones se dieron a la tarea de realizar diversos análisis principalmente enfocados al ambiente en el aire teniendo como fuente los hornos cementeros, para determinar el riesgo de incinerar en ellos residuos peligrosos, encontrando que no se generan efectos adversos a la salud contrastando marcadamente los reportes presentados por organizaciones no gubernamentales como lo fue en este caso Greenpeace, resaltando con esto la necesidad de reforzar la comunicación con los diferentes sectores de la sociedad en que se desarrollan procesos de este tipo.

Por otro lado, algunos expertos manejan el problema derivado de la incineración de BPC's en algunos hornos en los que el material refractario se daña durante la producción de ácido clorhídrico HCl, y Cl₂ principalmente. El conseguir los límites de emisión de gases a la atmósfera ha sido controlado mediante el empleo de sistemas de control de emisiones como lo es el lavado de los gases de salida (scrubbing), adsorción sobre un sólido, la incineración de los gases incombustibles en un postquemador o cámara secundaria, la conversión química o la combinación de estas técnicas.

La decisión o no de usar la incineración depende de su adecuación ambiental y costos totales en comparación con otras opciones de disposición. Algunos tipos de incineradores han sido usados internacionalmente en la destrucción térmica de los bifenilos policlorados consiguiendo resultados favorables en los que se consigue una eficiencia de destrucción y remoción del 99.9999%. Estos incluyen hornos rotatorios, incineradores de calderas múltiples, incineradores de inyección líquida, de lecho fluidizado, quemadores de gas y unidades de pirólisis.

Los tratamientos químicos principalmente consiguen disminuir las concentraciones de bifenilos policlorados hasta los niveles establecidos para la no peligrosidad de los mismos para lo cual es necesario el empleo de métodos de determinación de BPC's en muestras extraídas tras el tratamiento para verificar que realmente ha disminuido la concentración del contaminante. Para este tipo de tratamiento los componentes gaseosos a monitorear son menos a diferencia de los sistemas de tratamiento térmico, aunque no por esto es menos estricto el nivel límite de emisión.

El tratamiento químico genera residuos inertes que pueden ser fácilmente dispuestos en un relleno sanitario o ser empleados en la producción de material asfáltico lo que en comparación con la incineración es más deseable que el necesitar de otra etapa de tratamiento para las cenizas obtenidas, las cuales en ocasiones contienen compuestos tóxicos.

Actualmente en México se ha iniciado el empleo de esta tecnología con una empresa autorizada para el manejo de estos residuos mediante la dechlorinación catalítica y una segunda se encuentra en proceso de autorización con una tecnología similar. Algunas bondades que ofrece este sistema es la capacidad de poder brindar un tratamiento "in-situ" lo que reduce el riesgo durante el manejo del residuo además de reducir los costos de tratamiento si estos son comparados con los de envío a destrucción en el extranjero.

En cuanto a las técnicas biológicas para el tratamiento de bifenilos policlorados es necesario resaltar que es un sistema que se encuentra en sus inicios en México para este tipo de residuos por lo que instituciones como la UNAM se dan a la tarea de realizar investigaciones enfocadas a conseguir la bacteria que logre disminuir la concentración de BPC's en suelos contaminados con los mismos a concentraciones altas de cloro, ya que como se ha comentado esta técnica está limitada a estructuras con bajos contenidos de cloro.

Es necesario hacer mención que los sistemas de tratamiento biológico están principalmente enfocados a suelos contaminados con hidrocarburos, en los que se han obtenido resultados favorables debido a que las bacterias involucradas en el tratamiento se alimentan de este contaminante y de esta manera se disminuye la concentración de hidrocarburos en estos suelos, no así con los BPC's, ya que el contenido de cloro alto en un suelo es capaz de terminar con las bacterias antes de que ellas consigan disminuir la concentración del residuo, esto implicaría alimentar constantemente el suelo con bacterias nuevas lo que traería como consecuencia tiempos largos de tratamiento y costos altos.

Dentro del contexto de los accidentes desafortunados en los que se han visto involucrados los BPC's, México no figura como escenario de alguno de ellos; desde luego no habría que esperar que ocurriera un desastre en el que no sólo se vieran involucradas estas sustancias sino tal vez algunas mucho más tóxicas como lo son las dioxinas y furanos, para que las autoridades ambientales tomaran cartas en el asunto; por lo que la visión de una legislación preventiva es de carácter primordial, lo que ayudará a tener un apropiado control de las sustancias y de los equipos en los que éstas se encuentren. A este respecto México ha hecho lo propio al crear un proyecto de Norma Oficial Mexicana en la que se ve plasmado lo anterior.

Esta normatividad ha sido producto de dos razones principales como lo son los convenios internacionales convertidos en Ley, en los que se han establecido fechas compromiso para la desaparición de estas sustancias, considerando el ciclo de vida de las mismas y también, como se ha mencionado a lo largo de este trabajo la toxicidad asociada a ellos.

Una propuesta personal para integrar lo anterior es el establecer fechas límite obligatorias para el registro para equipos BPC's en operación, incentivando a los generadores mediante el permiso para seguir operando sus equipos hasta el fin de su vida útil y al mismo tiempo obligándolos a través de la norma a dar un manejo apropiado a sus BPC's.

Al mismo tiempo, quien no registre sus equipos BPC's deberá disponer de ellos durante los seis meses posteriores a su desincorporación. De esta manera se podrían obtener ciertos indicadores sobre que tipo de industrias los poseen (macro o micro) y en que cantidad, lo que permitiría a corto plazo determinar si la norma emitida para el caso es adecuada y además permitir cierta flexibilidad ante la actual situación económica del país.

Uno de los puntos a resaltar dentro de la legislación vigente y la que entrará en vigor, es el enfoque multimedios; lo cual quiere decir que se consideran dentro de ella aspectos importantes como son las emisiones al medio ambiente producidas por el tratamiento ya sea por medios químicos, térmicos o biológicos de BPC's, los cuales se encuentran en posibilidad de ser medidos a través de métodos de laboratorio que permiten cuantificar dichos parámetros, de estos se hace referencia en el capítulo cuarto.

Asimismo el no cerrar la puerta para la entrada de tecnologías que tal vez puedan ser más eficientes en la destrucción y remoción de BPC's, más limpias y tal vez más económicas, mediante la imposición de un tratamiento específico.

Es importante hacer la observación con respecto al riesgo relativo que representan los BPC's si este se asocia a sus características de bioacumulación, persistencia y alta toxicidad, pero también hay que tomar en cuenta que este riesgo se convertirá en potencial cuando ocurra la exposición a ellos; esta reflexión encuentra su razón en que se debe tomar conciencia de lo invaluable que es el tener un manejo apropiado de los BPC's para que el riesgo permanezca siendo sólo relativo.

CONCLUSIONES

La principal causa de generación de políticas ambientales en México es su adhesión a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la cual promueve a los países miembros para que adopten instrumentos económicos para la protección ambiental, al mismo tiempo que hace recomendaciones no obligatorias, que en caso de no ser tomadas en cuenta pueden ser causa de la expulsión de la organización. Para el caso de los bifenilos policlorados, dicha organización emitió la decisión C 87/2, que aunada a lo establecido en el Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN) la cual constituye la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) y que desarrolla el Plan Regional de Acción para América del Norte para BPC's de acuerdo con la Resolución de Consejo # 95-5 Manejo Racional de Sustancias Químicas, llevan a México a tener la obligación de regular a estos compuestos.

El análisis del ámbito de este trabajo se realizó empleando la información obtenida de diversas fuentes bibliográficas y electrónicas disponibles, ya que en diversos países la destrucción de estos compuestos ha comenzado a realizarse en forma exponencial incluso aceptando volúmenes de otros países pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y/o al Convenio de Basilea, al igual que México, desarrollando previamente legislaciones que les permita asegurar su destrucción de forma segura y eficiente.

En estos momentos México se encuentra en la etapa previa a la instrumentación de la Norma Oficial Mexicana que busca regular y controlar su manejo, por lo que derivado de su difusión se espera que todos aquellos poseedores de bifenilos policlorados manifiesten los volúmenes que se encuentran tanto en operación (en transformadores y/o capacitores), así como los equipos desincorporados y materiales contaminados con los mismos y derivado de esto se determine la infraestructura necesaria para su disposición, teniendo en cuenta que dichas tecnologías tengan la bondad de brindar soluciones para otro tipo de residuos peligrosos.

En el capítulo tres se incorporó la visión integral de políticas que dan surgimiento a la legislación específica de este tipo de residuos peligrosos e incorpora implícitamente el concepto multimedios con el de desarrollo sustentable, marcando límites de emisión a las posibles matrices de susceptibles de ser contaminadas y de su manejo sin cerrar la puerta a nuevas tecnologías que representen una solución que involucre aspectos tan importantes como son los tecnológicos, económicos y sociales. Además de lo anterior dichas políticas buscan reconciliar a las diferentes entidades inmersas en el manejo de residuos peligrosos como lo son la academia que a través de su labor de investigación y desarrollo de métodos analíticos y de tecnologías permiten verificar la eficiencia de estas actividades, paraestatales y particulares que son los principales poseedores de dichas sustancias, a la sociedad dando a conocer las políticas a seguir y difundiendo los avances que se han logrado aún desde antes de la implementación de las mismas y al gobierno que es el encargado de generar dicha normatividad y de verificar su correcta aplicación.

ACRONIMOS

ACAAN	Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte
ASA	Aeropuertos y Servicios Auxiliares
ASTM	American Standards Tests Methods
BPB's	Bifenilos Polibromados
BPC's	Bifenilos Policlorados
CCA	Comisión para la Cooperación Ambiental
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CG	Cromatografía de Gases
DL	Dosis Letal
DOF	Diario Oficial de la Federación
EMA	Entidad Mexicana de Acreditamiento
EPA	Environmental Protection Agency
INE	Instituto Nacional de Ecología
IUPAC	International Union Pure Applied Chemistry
LFMN	Ley Federal de Metrología y Normalización
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
NOM	Norma Oficial Mexicana
NTE	Norma Técnica Ecológica
OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONG	Organización No Gubernamental
PCDD	Policlorodibenzodioxinas
PCDF	Policlorodibenzofuranos
PMA	Programa de Medio Ambiente
ppm	Partes por millón
ppb	Partes por billón
PRANA	Plan Regional de Acción para América del Norte
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SEMARNAP	Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca
TCDD	Tetraclorodibenzodioxina
TLCAN	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
TPC's	Terfenilos Policlorados
TSCA	Toxic Substance Control Act

BIBLIOGRAFIA

- ✿ Agency for Toxic Substances and Disease Registry (1993) "Toxicological Profiles for PCB's", U.S. Department of Health Service, 125 páginas.
- ✿ ASTM Designation D4059-96, Standards Test Methods for Analysis of Polychlorinated Biphenyls in Insulating liquids by Gas Chromatography.
- ✿ ATSDR, (1996), Programa de Gestión Ambiental de Sustancias Tóxicas Peligrosas.
- ✿ Calvin R. Brunner (1996) "Handbook of Hazardous Waste Incineration", P.E. TAB Professional and Reference Books 665 páginas.
- ✿ Canadian Council of Ministers of the Environment (1990); Guidelines for Mobile Polychlorinated Biphenyl Destruction and Treatment Systems, CCME-TS/WM-TRE 011 & 012 E.
- ✿ CFR 40, Part II, Environmental Protection Agency, Polychlorinated Biphenyls (PCB's), Manufacturing, processing, distribution in commerce and use prohibitions, use in electrical equipment.
- ✿ Comisión Federal de Electricidad (1988), "Manual para el manejo de ascarceles", Departamento de Higiene y Seguridad.
- ✿ Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los residuos peligrosos y su eliminación, D.O. 9 de agosto de 1991.
- ✿ Corporación Radian, S.A. de C.V. (1996), "Estudio para sustentar la Norma Oficial Mexicana de incineración de residuos peligrosos", Capítulo 4.
- ✿ Curtis C. Travis (1989), "Hazardous Waste Incineration and Human Health", CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida 148 páginas.
- ✿ Definición y clasificación de residuos peligrosos, listados rojo, ámbar y verde, monografía C88/90, OCDE.
- ✿ De La Grega Michael (1994), "Hazardous Waste Management", Environmental Resources Management Group and McGraw Hill, 2 Tomos.
- ✿ Environmental Canada, (1988), Handbook on PCB's in Electrical Equipment.
- ✿ Environmental Information, Ltd. (1995), "EI Guide to Hazardous Waste Incinerators in Canada and the United States", Research Reports.
- ✿ Exportación de residuos peligrosos desde el área de OCDE, monografía C86/64, OCDE.

- ✿ Fessenden Ralph J., Fessenden Joan S., (1983), "Química Orgánica", Grupo Editorial Iberoamérica, 1,076 páginas.
- ✿ Hesketh H.E. (1990), "Incineration for site clean up and destruction of hazardous waste", Atechnomic Publishing Company book, Lancaster Pennsylvania.
- ✿ Kinner L. (1993), "Waste Combustion in Boilers and Industrial Furnaces", Air & Waste Management Association 313 páginas
- ✿ Ley general del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, D.O. 28 de enero de 1988.
- ✿ Manahan Stanley E. (1999), "Environmental Chemistry", Missouri University, Missouri.
- ✿ Medidas adicionales para la protección del ambiente por el manejo de BPC's, monografía C87/2, Mayo, 1997. OCDE.
- ✿ Method 608, Organochlorinated Pesticides and PCB's, March, 1986.
- ✿ Metodos 8080-A y 8081, Pruebas sobre el tipo y cantidad total de BPC's, 1990.
- ✿ Method 8082. Polychlorinated Biphenyls (PCB's) by Gas Chromatography, January 1998.
- ✿ Morales M. (1998), "Estudios de deshalogenación y destrucción de monoclorobifenol y policlorobifenil", Fac. Ciencias, UNAM 39 páginas.
- ✿ Movimientos transfronterizos de residuos peligrosos, monografía C83/180, 1983, OCDE.
- ✿ Movimientos transfronterizos destinados a actividades de recuperación, monografía C92/39, OCDE.
- ✿ Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-133-ECOL/1999, DOF 10/01/2000.
- ✿ Programa de Medio Ambiente 1995-2000, D.O. junio, 1996.
- ✿ Programa para la minimización y manejo integral de residuos peligrosos en México 1996-2000, SEMARNAP-INE, México, D.F.
- ✿ Proyecto para Sustentar la Norma Oficial Mexicana para el manejo de bifenilos policlorados, Instituto Nacional de Ecología, 1997.
- ✿ Reglamento para el Transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos, D.O. 7 de abril de 1993.
- ✿ Transfrontier Movements of wastes destined for recovery operations. Anex F to environment, monograph, May 1997. OCDE.
- ✿ Tratado de Libre Comercio de América del Norte (Aprobación: DOF 8/XII/1993), texto integro: DOF 20/VI/1993.