

LINEAMIENTOS AMBIENTALES PARA  
AUTORIDADES DE COMERCIO EXTERIOR Y  
ADUANAS EN EL CONTROL DE MOVIMIENTOS  
TRANSFRONTERIZOS DE  
**BIFENILOS POLICLORADOS (PCB)**



REPÚBLICA DE COLOMBIA

**PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA**  
JUAN MANUEL SANTOS CALDERÓN

**MINISTRO DE AMBIENTE Y  
DESARROLLO SOSTENIBLE**  
LUIS GILBERTO MURILLO

**VICEMINISTRO DE AMBIENTE Y  
DESARROLLO SOSTENIBLE**  
CARLOS ALBERTO BOTERO LÓPEZ

**DIRECTOR DE ASUNTOS AMBIENTALES,  
SECTORIAL Y URBANA**  
WILLER EDILBERTO GUEVARA HURTADO

**COORDINADOR NACIONAL  
DEL PROYECTO**  
JOSÉ ALVARO RODRÍGUEZ CASTAÑEDA

**EQUIPO TÉCNICO**  
EDWIN CAMELO MARTÍNEZ  
CARLOS EDUARDO QUITRÍN  
FABIÁN MAURICIO PINZÓN RINCÓN

*Lineamientos ambientales para autoridades de comercio exterior y aduanas en el control de movimientos transfronterizos de bifenilos policlorados (PCB)*

**PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS  
PARA EL DESARROLLO – PNUD**

**REPRESENTANTE RESIDENTE**  
MARTÍN SANTIAGO HERRERO

**DIRECTOR PAÍS PNUD COLOMBIA**  
ARNAUD PERAL

**OFICIAL DE PROGRAMA**  
JIMENA PUYANA

**PROYECTO COL 84851/71268**  
DESARROLLO DE LA CAPACIDAD  
NACIONAL PARA LA GESTIÓN Y  
ELIMINACIÓN AMBIENTALMENTE  
ADECUADA DE PCB EN COLOMBIA



MINAMBIENTE



**Catalogación en Publicación.** Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Grupo de Divulgación de Conocimiento y Cultura Ambiental

Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

*Lineamientos ambientales para autoridades de comercio exterior y aduanas en el control de movimientos transfronterizos de bifenilos policlorados (PCB)* / Camelo Martínez, Edwin; Pinzón Rincón, Fabián Mauricio; Quattrini, Carlos Eduardo. --- Bogotá, D.C.: Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017.

66 p.

Proyecto COL 84851/71268 Desarrollo de la capacidad nacional para la gestión y eliminación ambientalmente adecuada de PCB en Colombia

ISBN: 978-958-8901-68-8

1. bifenilpoliclorados 2. contaminantes orgánicos persistentes  
3. gestión ambiental  
4. movimiento transfronterizo 5. comercio internacional 6. Aduanas  
7. tratados internacionales I. Tit. II. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

CDD: 628.5 - Tecnología del control de la contaminación

© Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017

*Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y divulgación de material contenido en este documento para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización del titular de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento para fines comerciales.*

**No comercializable - Distribución gratuita**

[www.minambiente.gov.co](http://www.minambiente.gov.co)



**CORRECCIÓN DE ESTILO**

MARÍA EMILIA BOTERO ARIAS  
Minambiente

Grupo Divulgación de Conocimiento y Cultura Ambiental

**PORTADA:** 123RF

**DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN**

Una Tinta Medios SAS

# Contenido

Acrónimos – Siglas . . . . .	6
Introducción . . . . .	7
Objetivo y alcance. . . . .	9
<b>1. Generalidades sobre los bifenilos policlorados (PCB). . . . .</b>	<b>10</b>
<b>1.1. Qué son los PCB?. . . . .</b>	<b>10</b>
<b>1.2. Propiedades de los PCB y principales usos . . . . .</b>	<b>11</b>
<b>1.3. Consideraciones ambientales y en salud. . . . .</b>	<b>15</b>
<b>1.3.1. Persistencia . . . . .</b>	<b>16</b>
<b>1.3.2. Bioconcentración, bioacumulación y biomagnificación . . . . .</b>	<b>16</b>
<b>1.3.3. Toxicidad de los PCB. . . . .</b>	<b>17</b>
<b>1.3.4. Problemática ambiental y de salud . . . . .</b>	<b>20</b>
<b>1.3.5. Formas de afectación de la salud y vías de ingreso al cuerpo humano. . . . .</b>	<b>21</b>
<b>1.4. Tipos de equipos y desechos contaminados con PCB . . . . .</b>	<b>22</b>
<b>1.4.1. Transformadores . . . . .</b>	<b>24</b>
<b>1.4.2. Condensadores . . . . .</b>	<b>25</b>
<b>1.4.3. Balastos . . . . .</b>	<b>26</b>
<b>1.4.4. Residuos PCB . . . . .</b>	<b>26</b>
<b>1.5. Marco para la gestión de los PCB en Colombia . . . . .</b>	<b>28</b>



1.5.1. Antecedentes . . . . .	28
1.5.2. Marco normativo ambiental y política ambiental. . . . .	30
1.5.3. Plan nacional de aplicación . . . . .	31
1.5.4. Metas para la gestión integral de PCB en Colombia. . . . .	34
1.5.5. Prohibiciones . . . . .	35
2. Los procesos de comercio exterior y aduanas en la gestión ambiental. . . . .	36
2.1. Importancia de la participación de autoridades de comercio exterior y aduanas en el seguimiento a los acuerdos multilaterales ambientales . . . . .	36
2.2. Procesos en los que podría verse involucrado comercio internacional de PCB o elementos contaminados con PCB . . . . .	38
2.3. Estructura arancelaria en Colombia relativa a la gestión integral de PCB. . . . .	42
2.4. Exportación de residuos peligrosos . . . . .	45
3. Consideraciones para el manejo de riesgos asociados a PCB. . . . .	49
3.1. Riesgos en las tareas de comercio exterior y aduanas . . . . .	49
3.2. Consideraciones básicas en el proceso de inspección de mercancías . . . . .	49
3.3. Consideraciones de protección . . . . .	50
3.4. Casos de equipos identificados como contaminados con PCB . . . . .	51



---

<b>3.5.</b> Casos de equipos o cargas dudosas que podrían contener PCB . . . . .	52
<b>3.6.</b> Recomendaciones generales . . . . .	54
<b>Anexo 1.</b> Información de contacto . . . . .	55
<b>Anexo 2.</b> Acuerdos multilaterales ambientales aplicables a la gestión integral de bifenilos policlorados (PCB) . . . . .	61
<b>Referencias</b> . . . . .	63

# Acrónimos – Siglas

**ANLA** Autoridad Nacional de Licencias Ambientales

**CORMAGDALENA** Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena

**COP** Contaminantes Orgánicos Persistentes

**DIAN** Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales

**DIMAR** Dirección General Marítima

**DOT** Department of Transportation of the United States

**EPA** Environmental Protection Agency (USA)

**GEF** Fondo Mundial para el Medio Ambiente – GEF (por sus siglas en inglés)

**ICA** Instituto Colombiano Agropecuario

**IDEAM** Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

**INVIMA** Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos

**MinCIT** Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

**NIOSH** Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (por sus siglas en inglés)

**PCB** Bifenilos policlorados (por sus siglas en inglés)

**PBB** Bifenilos polibromados

**PCT** Terfenilos policlorados

**PNUD** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

**ppm** Partes por millón

**Respel** Residuos peligrosos

**TLV- TWA** Valor límite umbral – media ponderada en el tiempo.

**UNEP** United Nations for Environment Program (conocido también como PNUMA)

# Introducción

El documento “*Lineamientos ambientales para autoridades de comercio exterior y aduanas en el control de movimientos transfronterizos de PCB*”, ha sido elaborado en el marco del proyecto “*Desarrollo de la capacidad para la gestión y eliminación ambientalmente adecuada de PCB*”, liderado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Minambiente con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD y recursos del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (Global Environment Facility - GEF), el cual tiene por objeto brindar a estas autoridades una herramienta de tipo técnico y procedimental que facilite y permita fortalecer su actuar misional en aduanas, puertos y pasos fronterizos, en aras de promover una gestión integral y ambientalmente segura de equipos y desechos que consisten, contienen o están contaminados con bifenilos policlorados (PCB).

Este documento se elaboró bajo la coordinación del equipo técnico del proyecto de PCB y el Grupo de Sustancias Químicas, Residuos Peligrosos y UTO del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, aprovechando los insumos técnicos disponibles e información suministrada previamente por consultores especializados, entidades de comercio exterior y aduanas, centros de investigación y desarrollo tecnológico, sector empresarial y gestores de residuos peligrosos en el país, en especial durante el proceso de actualización del *Manual para la Gestión Integral de PCB*.

El documento se encuentra estructurado en tres capítulos. El primero, dedicado a describir aspectos generales que permitan comprender qué son los PCB y sus

# Introducción

propiedades, dónde se pueden encontrar, sus consideraciones y efectos ambientales y para la salud, así como el marco para la gestión de estas sustancias en nuestro país.

En un segundo capítulo, se presentan las consideraciones más relevantes de los procesos de comercio exterior y aduanas en el marco de la implementación de los acuerdos multilaterales ambientales o convenios internacionales de tipo ambiental, así como las actividades principales en las cuales puede existir tráfico de elementos (equipos o desechos) que podrían estar contaminados con PCB.

En el tercer y último capítulo, se presentan los principales aspectos a tener en cuenta para el manejo de los riesgos asociados a los PCB que podrían derivarse de los procesos de comercio exterior y aduanas, así como las recomendaciones para adelantar estos de manera segura.

# Objetivo y alcance

**B**rindar a las autoridades de comercio exterior y aduanas, una herramienta de tipo orientador que facilite y fortalezca su actuar misional en los casos en los que se presente la necesidad de inspeccionar o manipular equipos y desechos que podrían contener o estén contaminados con bifenilos policlorados (PCB) o gestionar información relacionada con estos, con el fin de promover una gestión integral y ambientalmente segura de los mismos.

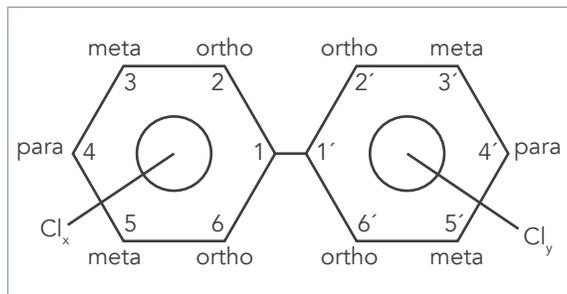
# 1.

## Generalidades sobre los bifenilos policlorados (PCB)

### 1.1. Qué son los PCB?

Los bifenilos policlorados son compuestos sintetizados por el hombre por primera vez en Alemania en el año 1881, los cuales fueron manufacturados industrialmente para su comercialización en el año de 1929 por la empresa Monsanto (EPA, 2013). Los PCB son sustancias constituidas básicamente por Carbono, Hidrógeno y Cloro, por lo que se les denomina organoclorados; estos pueden ser líquidos aceitosos, resinosos o sólidos.

Ilustración 1. Estructura de un bifenilo policlorado



La familia de los PCB está constituida por 209 compuestos individuales reconocidos, de los cuales se produjeron comercialmente alrededor de 130, dependiendo de su nivel de cloración y la posición de sus constituyentes en la molécula, dando como resultado diferentes productos conocidos por ejemplo como *Aroclor*, *Askarel* o cualquiera de los nombres de los fluidos comerciales que aparecen en la tabla 1 (Ahlborg, Hanberg & Kenne, 1992; Fiedler, 1998; CERL, ACDI & MMA, 2001; EPA, 2013).



Tabla 1. Nombres de los fluidos y mezclas comerciales que contienen PCB

Aceclor	Chloretol	Diaclor	Hydol	Olex-sf-d	Pyroclor
Adkarel	Chlorextol	Dicolor	Hyrol	Orophene	Pyronol
ALC	Chlorinated biphenyl	Diconal	Hyvol	PCB - PCB's - PCB	Saf-T-Kuhl
Apirolio	Chlorinated diphenyl	Diphenyl, chlorinated	Inclor	Pheaoclor	Saf-T-Kohl
Apirorlio	Chlorinol	DK	Inerteen	Phenochlor	Santosol
Arochlor	Chlorobiphenyl	Duconal	Inertenn	Phenoclor	Santotherm
Arochlors	Chlorodiphenyl	Dykanol	Kanechlor	Plastivar	Santothern
Aroclor	Chlorphen	Educarel	Kaneclor	Polychlorinated biphenyl	Santovac
Aroclors	Chorextol	EEC-18	Kennechlor	Polychlorinated biphenyls	Solvol
Arubren	Chorinol	Elaol	Kenneclor	Polychlorinated diphenyl	Sorol
Asbestol	Clophen	Electrophenyl	Leromoll	Polychlorinated diphenyls	Soval
ASK	Clophenharz	Elemex	Magvar	Polychlorobiphenyl	Sovol
Askael	Cloresil	Elinol	MCS 1489	Polychlorodiphenyl	Sovtol
Askarel	Clorinal	Eucarel	Montar	Prodelec	Terphenychlore
Auxol	Clorphen	Fenchlor	Nepolin	Pydraul	Therminol
Bakola	Decachlorodiphenyl	Fenclor	No-Flamol	Pyraclor	Therminol
Biphenyl, chlorinated	Delor	Fenocloro	NoFlamol	Pyralene	Turbinol
Chlophen	Delorene	Gilotherm	Non-Flamol	Pyranol	

Elaboración propia con información CERI, ACIDI & MMA, 2001; EPA, 2013.

## 1.2. Propiedades de los PCB y principales usos

Debido a la presencia de cloro, son compuestos muy estables que presentan características como (CNR COP, 2014; IDPH, 2009; Valle & Cruz, 1997):

- De aspecto líquido aceitoso o en ocasiones pueden ser sólidos.
- Incoloros o amarillos claros, sin sabor y leve olor a hidrocarburo.
- Resistentes a la degradación química, biológica, mecánica y térmica.
- Tienen una baja volatilidad y elevados puntos de inflamación, es decir no inflamables.
- Más pesados o densos que el agua.
- No son muy solubles en agua, pero sí en solventes orgánicos, aceites y grasas.



- Elevada constante dieléctrica y por consiguiente excelentes aislantes (aceites dieléctricos).
- Son clasificados como contaminantes orgánicos persistentes (COP).

Los PCB poseen excelentes propiedades aislantes, larga vida útil y no son inflamables, pero se consideran altamente peligrosos debido a sus características persistentes y acumulativas en el ambiente. En la tabla 2 se presentan los principales números de identificación de los PCB y en la tabla 3, sus propiedades fisicoquímicas más relevantes.

**Tabla 2. Número de identificación de mezclas comerciales de PCB**

Número DOT* o UN	UN 2315
Número CAS	1336-36-3
Número derecho a saber	1554

Número DOT: número dado por el Department of Transportation of the United States

Los PCB se popularizaron en el sector de generación y transmisión de energía eléctrica al contar con características industriales y de consumo bastante favorables desde el punto de vista técnico, siendo utilizados ampliamente en transformadores y condensadores; así mismo, como fluidos para transferencia de calor y *momentum* en sistemas hidráulicos y en la fabricación de pinturas, recubrimientos y plásticos, entre otros.

Desde el punto de vista de la aplicación y la facilidad para ser liberados o escapar al ambiente, los PCB se pueden clasificar en tres: a) sistemas cerrados; b) parcialmente cerrados y; c) abiertos (IOMC & UNEP, 1999).

Una aplicación cerrada es aquella en la cual el fluido se encuentra completamente contenido dentro de unidades o equipos sellados o cerrados (v.g.: condensadores, reguladores, transformadores, motores eléctricos y electroimanes, entre otros), lo que reduce la probabilidad de ser liberado, salvo bajo circunstancias extremas como fugas accidentales, derrames o incendios. Por su parte, las aplicaciones parcialmente cerradas reconocen que, en algún momento de la operación, el PCB podría entrar en contacto con el ambiente.

En contraste, los sistemas abiertos implican que la sustancia puede tener un contacto directo con el ambiente natural y los organismos, y por ende puede movilizarse fácilmente en distintas matrices<sup>1</sup> (tabla 4).

1. A 2017 tanto en Colombia como en el resto del mundo, los PCB se encuentran principalmente asociados a sistemas cerrados. Sin embargo, en caso de requerir consultar mayores detalles en relación con los diferentes tipos de equipos, se recomienda revisar el *Manual de inspección de PCB* de la Environmental Protection Agency (USA) (EPA, 2004) en su capítulo 4 denominado "Equipment-Specific Information".

Tabla 3. Propiedades físicas y químicas de mezclas comerciales de PCB

Propiedad	Unidad - referencia	Valor (intervalo)
Color	APHA	40 - 150
Estado físico	No aplica	Aceitoso, viscoso, resinoso o sólido
Estabilidad	No aplica	Inerte
Densidad	lb/gal (25°C)	9.85 – 13.50
Gravedad específica	(15.5 °C)	1.18 – 1.39
Rango de destilación	(°C)	275 – 420
Índice de acidez	mg KOH / g máximo	0.010 – 0.015
Punto de inflamación ( <i>fire point</i> )	(°C)	176 - 238
Punto de relámpago ( <i>flash point</i> )	(°C)	141 - 196
Presión de vapor	mmHg a 100°F (37°C)	0.00006 - 0005
Viscosidad	Centistokes	3.6 - 540

Elaboración propia con información de Monsanto, 1995; Concoll, 2014

Nota: la apariencia de los PCB depende del contenido de cloro y puede presentarse desde los líquidos aceitosos, de mayor o menor viscosidad, incoloros o amarillentos en diferentes tonos, hasta las resinas duras con similares tonalidades llegando al negro.

Tabla 4. Sistema, aplicación, ubicación y posibles usos de mezclas de PCB<sup>2</sup>

Sistema	Descripción	Ubicación	Equipos asociados o usos
Cerrado	Son unidades selladas o cerradas, donde, en condiciones normales, los PCB se mantienen dentro del equipo y no deberían liberarse, salvo cuando se efectúen labores de mantenimiento o reparación, o cuando el equipo sufra un daño o un incendio.	Instalaciones eléctricas	Transformadores, capacitores grandes y pequeños, balastos, reguladores de voltaje, disyuntores, reactancias de lámparas fluorescentes, electroimanes. Así mismo, bancos condensadores, reactores de potencia y reconectores.
		Instalaciones industriales	Transformadores, capacitores, reguladores de tensión, disyuntores, reactancias de lámparas fluorescentes.

2. Nota: los usos reportados en la tabla son los indicados por diferentes autores en las referencias internacionales; sin embargo, para el caso colombiano se han encontrado principalmente en instalaciones eléctricas e industriales, actividades militares y mineras, servicios públicos de salud y educativos; como parte de sistemas cerrados como transformadores, condensadores/capacitores, reguladores y balastos.



Sistema	Descripción	Ubicación	Equipos asociados o usos
Parcialmente cerrado	Son aplicaciones en las cuales los PCB no están expuestos directamente al ambiente; sin embargo, dependiendo de las condiciones en las que se utilice el equipo puede llegar a liberarse el compuesto.	Instalaciones eléctricas	Interruptores, reguladores de voltaje, cables con recubrimiento en el núcleo.
		Instalaciones industriales	Líquidos para transmisión de calor, fluidos hidráulicos, fluidos para sistemas de vacío, sistemas de extinción de incendios.
Abierto	En este tipo de sistemas, los PCB hacen parte de otros productos que se encuentran fácilmente en contacto con el ambiente y, por ende, con el ser humano.	Lubricación	Aceites refrigerantes de corte, aceites de inmersión y lubricación.
		Recubrimientos	Pinturas para aplicaciones exigentes. Tratamientos de superficie para textiles. Papel de copia sin carbón (sensible a la presión). Retardantes de llama. Control de polvo en líneas de conducción de gas.
		Aislamientos	Aislamientos térmicos.
		Adhesivos	Adhesivos a prueba de agua.
		Plastificantes	Polímeros de PVC. Sellantes de juntas. Sellantes de vacío en concreto.

Elaboración propia con información de: Dobson & van Esch, 1993, IOMC & UNEP, 1999; MAVDT, 2007; Neumeier, 1998

Debido a la magnitud de sus operaciones, y por ende del potencial uso y volumen disponible de aceites, el sector eléctrico –a cualquier escala- es quien concentra los principales esfuerzos para el desarrollo de la capacidad nacional para la gestión y eliminación ambientalmente adecuada de los PCB, ya que cualquier equipo eléctrico que utiliza como medio aislante un fluido dieléctrico, bien sea condensador, regulador, balasto o transformador, podría teóricamente contener o estar contaminado con estas sustancias.

Los aparatos que poseen certificados emitidos por sus fabricantes en los que consta que no fueron fabricados con PCB y adicionalmente, no han sido sometidos a algún

tipo de intervención del fluido dieléctrico que haya podido contaminarlo, se consideran **no contaminados**.

Sin embargo, es prudente enunciar que existen otros sectores como el militar institucional, el manufacturero, el turístico y el residencial, que también deben atender lo establecido en la normativa nacional en la materia<sup>3</sup>, para los cuales este documento es de gran utilidad.

**3.** En especial la Resolución 222 de 2011 modificada parcialmente por la Resolución 1741 de 2016, expedidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o aquella que la modifique, sustituya o complemente.

### Recuadro 1. Reseña histórica sobre la fabricación de PCB

Los PCB fueron fabricados a partir del año 1929 en varios países con diferentes nombres comerciales, entre los cuales se encuentran: Askarel, Aroclor, Clophen, Kaneclor, Phenoclor, Pyranol, Pyraleno, entre otros. Su uso inicial se verificó en capacitores y posteriormente se hizo extensivo a transformadores (los primeros aislados con aceite PCB fueron puestos en servicio en el año 1931), pero debido a su comportamiento frente a los voltajes de impulso, la utilización de los Askareles en los transformadores estuvo restringida al rango de 34.5 kVA a 7.5 MVA.

Las restricciones de fabricación se presentaron en 1972 (Japón), 1974 (China), 1979 (Estados Unidos), 1980 (Europa occidental) y, 1992 (Rusia); y en el siglo XXI su producción y venta se encuentra prohibida a nivel mundial (ilustración 2). Es importante resaltar que en Colombia no se fabricaron estos compuestos, pero la importación de equipos y fluidos fue significativa por lo que se justifican su gestión y eliminación ambientalmente adecuadas.

### Ilustración 2. Fabricación industrial a gran escala de los PCB y su restricción de síntesis



Fuente: Minambiente & U. Central, 2016

La producción mundial total de PCB en el periodo de 1929 a 1977 se calcula en 1.2 millones de toneladas (aunque no hay datos confiables sobre la producción en los países del Bloque Oriental, donde la antigua Unión Soviética era un gran productor de estos compuestos) y aproximadamente la mitad ha sido empleada en transformadores y capacitores, lo que refleja la magnitud del potencial problema ambiental.

Elaboración propia con información de IOMC & UNEP, 1999

### 1.3. Consideraciones ambientales y en salud

Las excelentes propiedades para el uso industrial de los PCB hacen que sean inalterables bajo condiciones normales de presión y temperatura. Su estabilidad química y térmica los hace persistentes en las diferentes matrices ambientales, razón por la cual se encuentran dentro del alcance de aplicación

de la Convención de Estocolmo. De igual manera, presentan una gran capacidad de movilizarse<sup>4</sup>, bioacumularse y biomagnificarse, con el agravante de su toxicidad.

4. Estas sustancias se encuentran en todo el planeta, incluso en lugares en los que nunca han sido producidos o utilizados, como el Ártico y el Antártico (Bidleman, Walla, Muir & Stern, 1993 y Iwata, Tanabe, Sakai, & Tatsukawa, 1993), por lo tanto se convierten en un problema global y no particular de algunos países.

### 1.3.1. Persistencia

El incremento de la concentración ambiental de los PCB es uno de los principales efectos adversos que produce su enorme persistencia, de tal forma que mantienen el crecimiento de la concentración ambiental, incluso en los casos en que la liberación al ambiente haya cesado. Esto se debe a que no se alcanza el equilibrio entre la tasa de liberación y la remoción del contaminante o que éste no puede ser degradado hasta alcanzar su concentración ambiental natural.

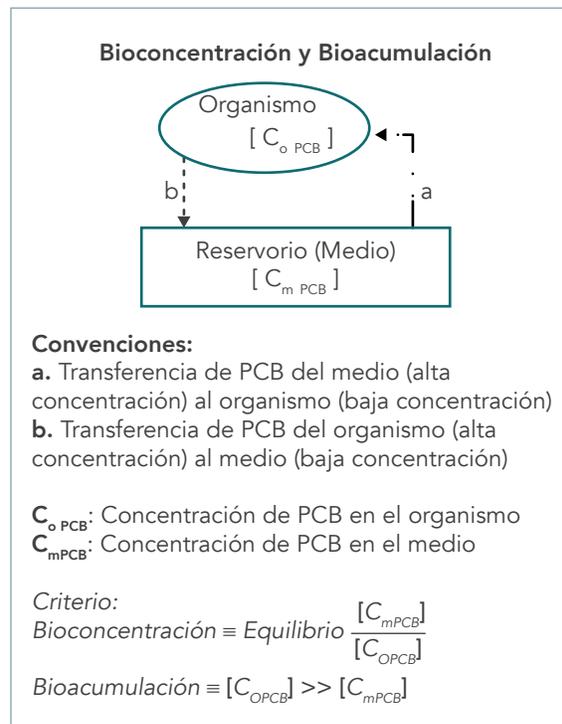
### 1.3.2. Bioconcentración, bioacumulación y biomagnificación

La concentración de los PCB en los sistemas naturales y organismos vivos se logra a través de tres fenómenos, a saber: *bioconcentración*, *bioacumulación* y *biomagnificación*.

El primer proceso de *bioconcentración*, se verifica cuando la presencia de una sustancia química en un organismo sólo se incrementa desde y hacia el medio circundante (ilustración 3), dinámica que incluye el efecto en la concentración interna de un organismo a partir de la ingesta, distribución, metabolismo y eliminación del contaminante (CONAMA & PNUMA, 2004). Este proceso determina que, por las propiedades toxicológicas del contaminante orgánico persistente, la concentración sea más alta en el organismo.

Por su parte, la *bioacumulación* se presenta cuando, una vez alcanzada una condición de equilibrio, la concentración de un contaminante se incrementa progresivamente como consecuencia del cambio en la relación de absorción y de eliminación de un organismo (Vallejo & Baena, 2007).

Ilustración 3. Esquema del proceso de bioconcentración de PCB

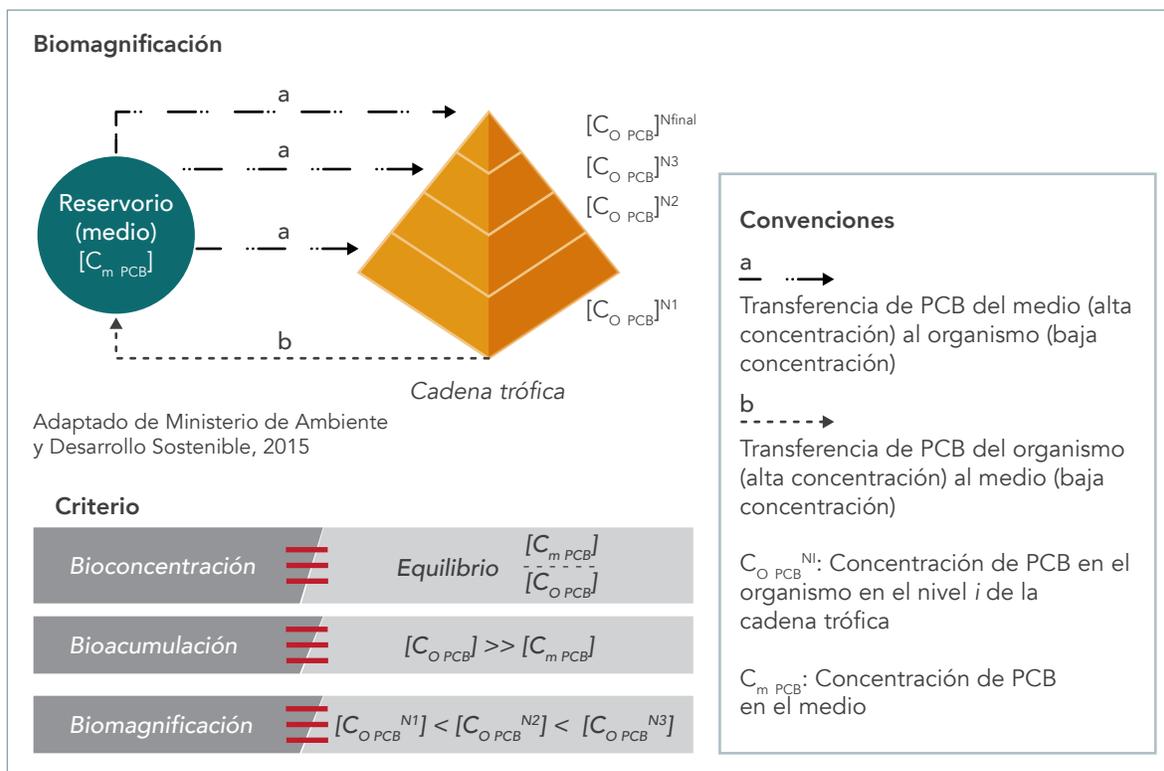


Elaboración propia con información de CONAMA & PNUMA, 2004

**Nota explicativa:** si el organismo no contiene PCB y el medio que lo rodea está contaminado, inicialmente se produce la transferencia neta de la sustancia hacia el organismo (línea de flujo a) y si por lo contrario el medio no contiene PCB y el organismo sí, entonces la transferencia neta del contaminante ocurre primero del organismo hacia el medio (línea de flujo b). En un momento dado –si no se inyecta más contaminante en el medio– la transferencia de masa alcanzará una condición de equilibrio; la cual depende fundamentalmente de las características del medio (pH, acidez, contenido de carbón disuelto, temperatura, presión, etc.), de algunas características del organismo (capacidad del mismo de metabolizar la sustancia y su contenido de grasas) y de las propiedades de la sustancia (solubilidad, presión de vapor, constante de Henry, coeficiente de difusión, coeficientes de partición, etc.).

Si además de los procesos anteriores, se presenta un incremento en la concentración del contaminante en un organismo a través de la cadena trófica, el fenómeno se denomina *biomagnificación*; el cual puede comprometer varios eslabones de

Ilustración 4. Esquema del proceso de biomagnificación de PCB



Fuente: Minambiente & U. Central, 2016 a partir de información de CONAMA & PNUMA, 2004; Vallejo & Baena, 2007.

la cadena alimenticia y múltiples organismos (ilustración 4). La concentración del PCB estará condicionada por el hábito de alimentación del organismo, el número y proporción de las comidas ingeridas y el potencial de movilización de la sustancia química desde los alimentos hasta el organismo, así como en su interior.

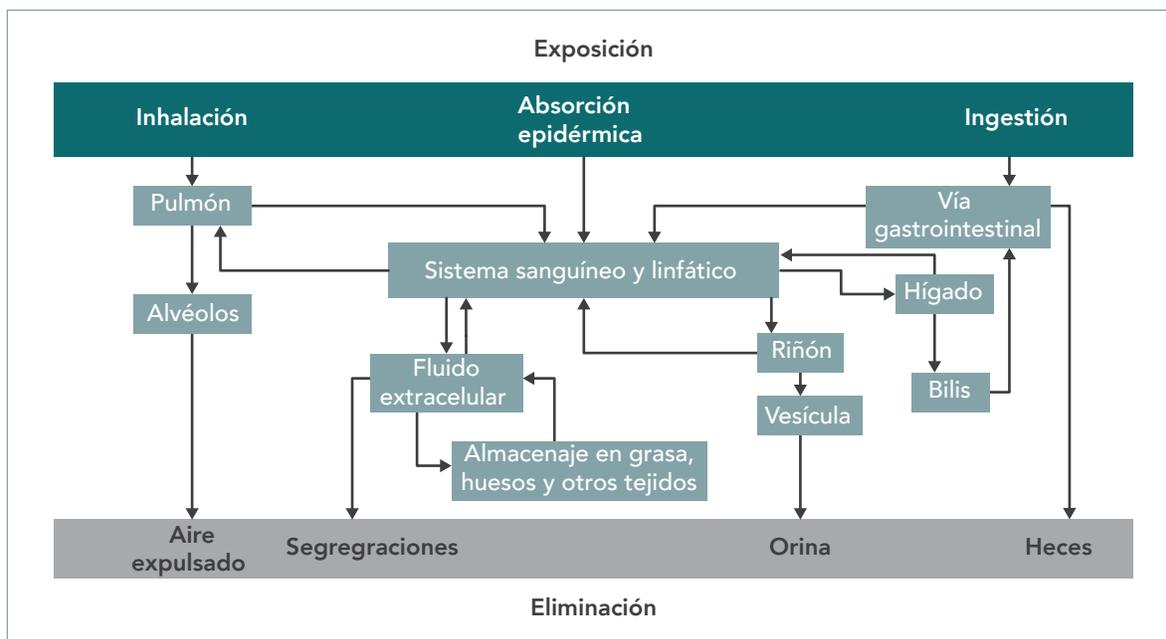
De esta manera, la *bioconcentración*, la *bioacumulación* y la *biomagnificación* conllevan a que una cantidad determinada de PCB, liberada al ambiente de manera accidental o intencional, se acumule y magnifique a través de la cadena trófica; siendo el último eslabón los seres humanos, quienes estaríamos alcanzando la máxima concentración de este contaminante orgánico persistente al ingerir alimentos provenientes de un medio contaminado.

### 1.3.3. Toxicidad de los PCB

La liberación accidental o deliberada de un PCB se considera peligrosa por la toxicidad de este tipo de contaminante orgánico persistente, la cual depende de la concentración del contaminante en el medio, la vía de exposición (medio de contacto con el organismo), la ruta de exposición (etapa de acceso al ser humano), la dosis recibida y la frecuencia de exposición (La-Greca et ál., 1996).

Existen tres rutas de exposición a través de las cuales los PCB pueden ingresar al organismo: por inhalación - sistema respiratorio (inhalación de vapores de PCB y gases de combustión solo en aquellos casos en los

Ilustración 5. Proceso de absorción, transferencia, acumulación, transformación y expulsión de PCB en el organismo



Elaboración propia con información de LaGreca et ál., 1996.

que esté en contacto directo con llamas)<sup>5</sup>, ingestión - sistema digestivo (consumo de alimentos, agua y leche materna proveniente de una madre contaminada) y absorción a través de la piel durante labores y accidentes de trabajo, o a través de la placenta de una madre afectada (ilustración 5).

Una vez que ingresan estos compuestos al organismo vivo (humano o animal), difícilmente son hidrolizados y, por ende, no son expulsados en la orina, heces o sudor; por el contrario, se acumulan en el organismo, alojándose principalmente en tejido graso dada su liposolubilidad o afinidad a las grasas.

5. El riesgo de intoxicación con PCB por inhalación es mínimo debido a la baja presión de vapor de estas sustancias. La mayoría de los envenenamientos reportados se deben fundamentalmente a la ingestión de la sustancia a través de alimentos (CONAMA & PNUMA, 2004).

De tal manera que los efectos en la salud se presentan principalmente en el mediano o largo plazo, con las siguientes afecciones crónicas, a saber: a) irritación de los ojos, hipersecreción de las glándulas lagrimales y conjuntivitis; b) daños hepáticos y deficiencias o hipertrofia enzimática; c) anemia e hiperleucocitosis; d) efectos reproductivos; e) irritaciones cutáneas e hiperpigmentación y cloracné y; f) daños al sistema nervioso. Por su parte, los bebés gestados por una madre intoxicada tienden a tener bajo peso al nacer, y mostrar anomalías óseas (CONAMA & PNUMA, 2004).

Es importante resaltar que los mayores riesgos los asumen las personas que trabajan en los sectores productores, usuarios o de mantenimiento de equipos eléctricos, así como en las etapas de limpieza, tratamiento y eliminación de PCB. Aunque en el país no

## Recuadro 2. Consideraciones del Estatuto de Higiene y Seguridad Industrial aplicables a los riesgos asociados a PCB en Colombia

El Estatuto de Higiene y Seguridad Industrial reglamentado mediante la Resolución 2400 de 1979, expedida por el Ministerio de Salud, en el capítulo VIII establece lo siguiente:

[...] **Artículo 153.** Entiéndase por “concentración máxima permisible” la concentración atmosférica de un material peligroso que no alcanza a afectar la salud de un trabajador a ella expuesto en jornada diaria de 8 horas, durante un prolongado período.

**Artículo 154.** En todos los establecimientos de trabajo en donde se lleven a cabo operaciones y procesos con sustancias nocivas o peligrosas que desprendan gases, humos, neblinas, polvos, etc., y vapores fácilmente inflamables, con riesgos para la salud de los trabajadores, se fijarán los niveles máximos permisibles de exposición a sustancias tóxicas, inflamables o contaminantes atmosféricos industriales, en volumen en partes de la sustancia por millón de partes de aire (ppm), en peso en miligramos de la sustancia por metro cúbico de aire ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ); o en millones de partículas por pie cúbico de aire (ppm) de acuerdo con la tabla establecida por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH), o con los valores límites permisibles fijados por el Ministerio de Salud [...].

se han establecido los límites ocupacionales de exposición a los PCB y sustancias relacionadas, se puede hacer uso de la estructura normativa vigente<sup>6</sup> en Colombia para asuntos de salud ocupacional, en especial el Estatuto de Higiene y Seguridad Industrial.

En mérito de lo anterior, y de acuerdo con lo establecido por la Conferencia Americana

6. Otras normas son: **Resolución 2400 de 1979**, Estatuto de Higiene y Seguridad Industrial, artículo 112. Como complemento de la protección colectiva se dotará a los trabajadores expuestos a radiaciones ultravioletas, de gafas o máscaras protectoras con cristales coloreados, para absorber las radiaciones, guantes o manguitos apropiados y cremas aislantes para las partes que queden al descubierto. **Resolución 2309 de 1986.** Manejo, uso, disposición y almacenamiento de residuos especiales. **Resolución 983 de 2001.** Se conforma la Comisión Nacional de Salud Ocupacional del Sector Eléctrico. **Resolución 1402 de 2006.** Por la cual se desarrolla parcialmente el Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005, en materia de residuos o desechos peligrosos. **Resolución 1013 de 2008.** Por la cual se adoptan las Guías de atención integral de salud ocupacional basadas en la evidencia para asma ocupacional, trabajadores expuestos a benceno, plaguicidas inhibidores de la colinesterasa, dermatitis de contacto y cáncer pulmonar relacionados con el trabajo.

de Higienistas Industriales - ACGIH (por sus siglas en inglés) (2014) y las respectivas hojas de seguridad provenientes del mayor fabricante de PCB en los Estados Unidos de América (Monsanto, 1995) y el Departamento de Salud de New Jersey – NJHealth (por sus siglas en inglés) (2014), el valor límite de exposición a PCB en el ambiente laboral TLV - TWA<sup>7</sup> (tabla 5) se encuentra entre los 0,5  $\text{mg}/\text{m}^3$  y 1  $\text{mg}/\text{m}^3$  dependiendo del porcentaje de cloración de la molécula de PCB (de 42 a 54% de cloro), donde TLV - TWA corresponde al **valor límite umbral - media ponderada en el tiempo**, que significa “la concentración media ponderada en el tiempo para una jornada de trabajo diaria de 8 horas hasta las 40 horas semanales a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores, repetidamente día tras día, sin efectos adversos” (ACGIH, 2014).

7. TLV – TWA. Threshold Limit Value - Time Weighted Average: valor límite umbral – media ponderada en el tiempo



Tabla 5. Límites de exposición para los PCB (contacto dermal)

Porcentaje de cloración	OSHA (mg/m <sup>3</sup> )	NIOSH (mg/m <sup>3</sup> )	ACGIH (mg/m <sup>3</sup> )	IDLH (mg/m <sup>3</sup> )
Clorodifenil 42% cloro	1 (TWA 8h)	0.001 (TWA 10h)	1 (TWA 8h)	5
Clorodifenil 54% cloro	0.5 (TWA 8h)		0.5 (TWA 8h)	

Elaboración propia con información de: ACGIH (2014), Monsanto (1995), NJHealth (2014).

Sin embargo, es necesario resaltar que la introducción de estos compuestos en los sistemas naturales representa un peligro directo para los organismos individuales y sus funciones como especie y ecológicas. Por tal motivo, la evaluación de la especificidad del congénere PCB, su magnitud, la transitoriedad o permanencia de los efectos ecológicos potenciales es determinante para valorar el riesgo ecológico y, por ende, el de las personas que habitan un ambiente contaminado.

#### 1.3.4. Problemática ambiental y de salud

A principios de los años 60, las técnicas de laboratorio e instrumentación mejoradas permitieron a los científicos detectar trazas de contaminantes químicos en el ambiente. En ese tiempo la preocupación general eran los pesticidas orgánicos clorados (p. ej.: DDT<sup>8</sup>). La gran sorpresa fue la cantidad de PCB que se encontraron en aire, agua y suelo.

Al mismo tiempo, los científicos también empezaron a relacionar los problemas observados en la reproducción de la vida salvaje, con los químicos orgánicos clorados encontrados en el ambiente. No pasó mucho tiempo para que los PCB se unieran al DDT para ser

considerados como químicos relacionados con daños ambientales en todo el mundo.

A fines de los 60, en el siglo pasado, más de 100 personas en Japón cayeron gravemente enfermas cuando utilizaron aceite de cocina contaminado con PCB, que provenían de equipos eléctricos de la planta de producción de aceite. Las personas afectadas sufrieron erupciones en la piel (cloracné), cambios en la pigmentación y problemas gastrointestinales. Estudios posteriores determinaron una reducción de los hijos de estas personas que nacieron posteriormente al accidente, así como un coeficiente intelectual menor y problemas en el desarrollo motriz.

A estos episodios se sumó el avance de conocimientos, que determinó que los PCB cuando se calientan generan otros compuestos clorados, que tienen estructuras moleculares similares, y que se llaman dioxinas y furanos. Estos compuestos que se producen generalmente de manera accidental, están reconocidos como muy tóxicos y uno de ellos es el que se utiliza para referenciar la toxicidad del resto de moléculas similares. De los más de 130 congéneres industriales de PCB que se han producido, hay solamente 12 que tienen elevada toxicidad

8. DDT: insecticida de alta toxicidad prohibido actualmente en el mundo

La conclusión de lo que ocurrió en Japón fue que los daños a la salud, probablemente no

fueron causados por los PCB, pero sí por las dioxinas producidas al calentar el aceite de cocina durante la cocción de alimentos.

Otros estudios sobre la exposición de los seres humanos a los PCB, han indicado los siguientes síntomas:

- Un tipo característico de acné (cloracné)
- Irritación en los ojos
- Problemas neurológicos
- Menor peso de los niños al nacer
- Afecciones hepáticas

Aunque existe suficiente evidencia científica para demostrar que los PCB puedan causar cáncer en humanos, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos - EPA, los considera desde hace más de 20 años como potenciales cancerígenos humanos, basados especialmente en estudios sobre animales. Como se mencionó, 12 de los 109 tipos de PCB comerciales son altamente tóxicos.

Las dificultades para detectar el tipo de compuestos, incluidos en cada producto comercial, (dado que normalmente se encuentran en mezclas), sumado al peso de la definición científica y las evidencias de

los riesgos vinculados, hacen que se deban ajustar, de manera especial, las medidas de protección para las personas y el ambiente.

En las secciones siguientes se tratarán algunos de los criterios de protección que se deben seguir ante la duda o seguridad de estar en presencia de PCB.

### 1.3.5. Formas de afectación de la salud y vías de ingreso al cuerpo humano

La probabilidad de que los PCB afecten la salud está en línea con el nivel de exposición a estos productos. Éste se determina por el tiempo y la cantidad de material a la cual se ha expuesto una persona.

La mayoría de los problemas que se han registrado en la salud con referencia a PCB se refieren a exposiciones por largos períodos de tiempo. Muchos de estos problemas han involucrado a trabajadores de industrias que producían o utilizaban PCB o ensamblaban componentes que contenían alguno de sus congéneres. Otro de los grupos de afectados se relaciona con personas del común que accidentalmente fueron contaminados por la ingesta de productos comestibles que contenían PCB.

Ilustración 6. Vías de ingreso de los PCB al organismo y otros factores que determinan afectaciones en salud.



Los PCB pueden ingresar al organismo de tres formas diferentes:

- Absorción a través de la piel
- Inhalación de vapores de PCB durante procesos térmicos. A temperatura ambiente la concentración de vapores es insignificante
- Ingeriendo alimentos o bebidas contaminadas

Una vez que el PCB ha ingresado al organismo tiende a alojarse en tejidos, especialmente grasos, permaneciendo por tiempo considerable, de acuerdo a su capacidad de persistencia, produciendo lesiones y efectos de bioacumulación.

Los efectos sobre la salud están tradicionalmente clasificados en **crónicos** o **agudos**.

Con respecto a la exposición, los efectos **agudos** son respuestas fisiológicas que ocurren poco después de la exposición. Cloracné y posiblemente neuropatía periférica (efectos adversos en los nervios periféricos asociados con los músculos, la piel, y las articulaciones), han sido asociadas con exposiciones de corta duración a los PCB. Se ha informado de casos de dermatitis por contacto en operarios expuestos a PCB que estuvieron, sin embargo, también en presencia de compuestos epóxidos, conocidos sensibilizadores de la piel.

Los efectos **crónicos** se manifiestan después de exposiciones prolongadas, incluyendo el probable desarrollo de cáncer. No obstante, se han investigado también otros efectos tales como los relacionados con la reproducción y la disrupción endocrina en relación con la exposición a los PCB.

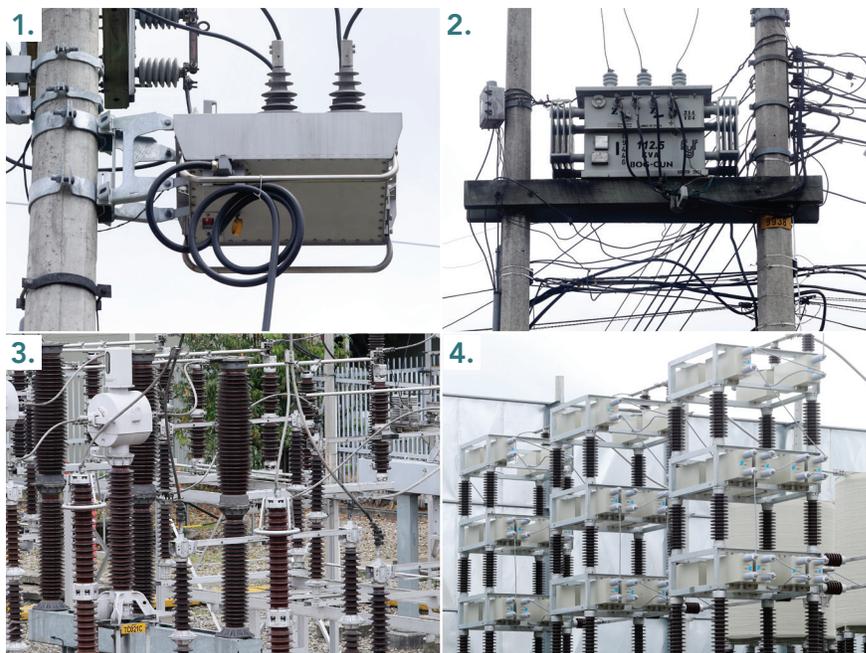
#### 1.4. Tipos de equipos y desechos contaminados con PCB

Los **equipos** que se deben considerar como PCB, independientemente de su estado de uso, desuso o desecho, son aquellos que hayan contenido o contengan fluidos dieléctricos en estado líquido en concentraciones iguales o superiores a 50 ppm de PCB, como los descritos anteriormente en la tabla 4, es decir, transformadores, condensadores (utilizados generalmente en grupos llamados bancos de condensadores), interruptores, reguladores, reconectores u otros dispositivos, así como cualquier otro material o elemento que entre en contacto directo con estos en alguna actividad.

Entre los equipos con PCB más comunes en las instalaciones eléctricas e industriales, se encuentran aquellos que fueron diseñados y fabricados para operar utilizando fluidos dieléctricos de alta concentración de PCB denominados comúnmente como **Askarel** u otros nombres comerciales; usualmente en concentraciones entre 40% y 80% para transformadores y hasta el 100% en condensadores (IOMC & UNEP, 1999).

Es importante resaltar que en los sectores comercial, institucional y doméstico también pueden existir equipos eléctricos contaminados con PCB, así como ambientes contaminados en los cuales se hayan presentado derrames (que regularmente no son aislados, clausurados o declarados). Igualmente, cuando un equipo o fluido PCB es consumido por las llamas, es muy probable que en las emisiones se presenten altas concentraciones de PCB, acompañadas de dioxinas y furanos, dos sustancias altamente tóxicas –incluso más que los PCB– ge-

### Ilustración 7. Equipos que podrían estar contaminados con PCB



Fuente: Minambiente

neradas por la descomposición térmica de bifenilos policlorados bajo condiciones de déficit de oxígeno. Estas especies químicas pueden dispersarse fácilmente, contaminando grandes áreas naturales o centros urbanos, volviéndolos peligrosos para la salud (CERI, ACDI & MMA, 2001).

En el bien entendido que un aceite que contenga PCB constituye un material no conductor dieléctrico con un punto bajo de inflamación y sin punto de ignición (lo que significa que permanecen estables ante incrementos de temperatura y sólo arden en contacto directo con una llama), es probable que se encuentre presente, como fluido dieléctrico o debido a contaminación cruzada, en transformadores, condensadores, disyuntores, reguladores de voltaje y en sistemas de distribución y de potencia, entre otros equipos eléctricos.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que **no todos los equipos que contienen fluidos dieléctricos se pueden considerar como contaminados con PCB**, pero en los casos en donde no se tenga claridad sobre su posible contaminación, se recomienda tomar las medidas preventivas necesarias hasta que se cuente con información suficiente al respecto. Para determinar si un equipo se encuentra contaminado con PCB, se hace necesario, en primera instancia, tomar como referencia su país y año de fabricación.

De acuerdo con lo establecido en la normativa ambiental vigente<sup>9</sup>, las aplicaciones

<sup>9</sup>. En especial lo establecido en el párrafo 1 del artículo 7 de la Resolución 222 de 2002 modificada parcialmente por la Resolución 1741 de 2016, expedidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, mediante la cual se establecen los requisitos para la gestión integral de PCB.

herméticamente selladas como capacitores o condensadores, cuyo contenido individual de fluido no supere los 5 litros, fabricados en Estados Unidos antes del año 1979, o fabricados en otros países antes del año 1986, se clasifican como equipos fabricados con PCB, a menos que se demuestre lo contrario mediante análisis cuantitativo.

Para aquellos equipos que no cumplan con el criterio anterior, se debe tener en cuenta que para poderlos clasificar como contaminados o no con PCB<sup>10</sup>, se deben realizar análisis de tipo cuantitativo en laboratorios acreditados para ello por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM<sup>11</sup>.

Algunos de los principales equipos y algunos de los desechos derivados de estos que podrían estar contaminados con PCB, bien sea porque fueron fabricados desde el comienzo con esta sustancia o porque se han contaminado a partir de diferentes intervenciones que se les han realizado, por ejemplo en actividades de mantenimiento, se mencionan a continuación junto con sus principales características.

#### 1.4.1. Transformadores

Son aparatos que pueden aumentar o disminuir el nivel de voltaje de una corriente eléctrica; están compuestos generalmente por una cubeta o carcasa metálica, un núcleo de acero magnético, bobinas de cobre

(cubiertas con una capa de material aislante, como resina o papel), separadores o cuñas de madera de diversas formas y, naturalmente, por el aceite dieléctrico<sup>12</sup>; en el cual están sumergidos todos los elementos que constituyen el circuito magnético.

Ilustración 8. Transformadores: a) equipos completos b) núcleos de los equipos



Fuente: Minambiente

Por tal motivo, los materiales metálicos y porosos del circuito magnético, como cuñas de madera, cartón, papel aislante y cubiertas de resina, quedan impregnados con aceite dieléctrico, y por ende son también considerados materiales o desechos con

**10.** Se debe recordar que un equipo o desecho se considera contaminado con PCB, si su concentración es igual o superior a 50 ppm.

**11.** Listado de laboratorios publicado en [http://institucional.ideam.gov.co/jsp/aceites-de-transformador\\_1662](http://institucional.ideam.gov.co/jsp/aceites-de-transformador_1662)

**12.** En la relación porcentual del peso total del transformador, la masa metálica de la carcasa compone aproximadamente el 10% de peso, el circuito magnético el 60% y el aceite dieléctrico el 30%.

PCB. En este sentido, en su manejo se deben contemplar consideraciones ambientales semejantes a las de los fluidos dieléctricos contaminados con PCB.

Estos equipos pueden llegar a ser muy grandes si se utilizan para grandes voltajes y corrientes, o relativamente pequeños, si se ponen en la última etapa de la cadena de abastecimiento para suministrar energía a un solo usuario u hogar que necesite, por ejemplo, unos 220 voltios. Por eso, los transformadores varían mucho en cuanto a tamaño y forma.

Regularmente, los transformadores de gran tamaño con PCB se han utilizado en circuitos que requieren medidas especiales de protección contra incendios, fundamentalmente en sistemas soterrados de distribución de electricidad, en edificios residenciales y comerciales y en instalaciones industriales que desarrollan producciones comburentes como las papeleras y las textileras. También se han reportado en grandes plantas que necesitan de un alto voltaje o que generan su propia electricidad como las acerías, plantas de montaje y fabricación, instalaciones militares, etc. (CERI, ACIDI & MMA, 2001).

Se debe tener en cuenta que, durante las operaciones de mantenimiento, los transformadores de aceite mineral u otro tipo de aceite dieléctrico, podrían contaminarse con PCB<sup>13</sup>, debido al uso de las mangueras, máquinas de filtración, bombas, etc., que previamente han estado en contacto con equipos que contienen o que están conta-

**13.** Es reconocido mundialmente que del 7 al 15 % de todos los transformadores de aceite mineral, se han contaminado inadvertidamente con PCB (CERI, ACIDI & MMA, 2001).

minados con PCB, situación que exige su gestión como residuos o desechos contaminados con PCB.

Lo anterior implica que los transformadores que han sido reparados, reacondicionados y/o remanufacturados tienen una mayor probabilidad de estar contaminados con PCB respecto a los transformadores no intervenidos.

#### 1.4.2. Condensadores

Son aparatos que se usan para acumular y mantener una carga eléctrica. Se componen principalmente de placas conductoras de electricidad (láminas metálicas delgadas) separadas por un material dieléctrico, es decir, no conductor. Estas placas son dos bobinas de láminas metálicas, que están separadas eléctricamente, y cada una tiene contactos que salen del condensador. El material dieléctrico suele ser un fluido dieléctrico que puede o no contener PCB (PNUMA & IOCM, 2002).

Ilustración 9. Banco de condensadores



Fuente: Minambiente

### Ilustración 10. Balastos



Fuente: Wikimedia [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Magnetic\\_Ballasts\\_1.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Magnetic_Ballasts_1.jpg)

#### 1.4.3. Balastos

Son pequeñas configuraciones compuestas por un transformador, capacitor y un interruptor eléctrico térmico, que individualmente pueden considerarse sujetos de la gestión y eliminación<sup>14</sup>; los cuales en muchos casos forman parte de lámparas o dispositivos para iluminación, razón por la cual, los propietarios de grandes volúmenes de inventario de accesorios para lámparas fluorescentes o neón instalados (v.g.: edificios institucionales, conjuntos residenciales o alumbrados públicos) deberán recoger y eliminar de manera ambientalmente adecuada los balastos que se hayan identificado con PCB o los balastos provenientes de los Estados Unidos de América fabricados

14. En estos equipos tan pequeños se emplearon los PCB puros, con las concentraciones de 10.000 a 40.000 ppm de PCB, cuya cantidad de 0,5 o 0,2 litros, dependiendo de su manejo podría resultar más riesgosa para el hombre y el ambiente que el aceite de muchos transformadores con aceite mineral contaminado por PCB en concentraciones menores de 500 ppm (IOMC & UNEP, 1999).

antes de 1980, de los cuales se desconozca si contienen o no PCB<sup>15</sup>.

Cualquier balasto no etiquetado, proveniente de Estados Unidos y fabricado antes del 1980 debe considerarse como PCB (EPA, 1993).

#### 1.4.4. Residuos PCB

Entre los principales **residuos o desechos contaminados con PCB** se pueden mencionar:

- a) Los equipos desechados
- b) Las superficies no porosas de equipos (cubeta o carcasa metálica, el núcleo de acero magnético y bobinas de cobre, entre otras)
- c) Los desechos líquidos (fluidos o aceites dieléctricos)
- d) Los suelos contaminados
- e) El material de muestreo
- f) La ropa contaminada (guantes, manijas y accesorios)
- g) Cualquier otro elemento que entre en contacto con el fluido o aceite contaminado

Todos los equipos y desechos mencionados anteriormente, deben ser marcados e identificados (analizados) y aquellos que cuenten con las concentraciones iguales o superiores a 50 ppm de PCB deberán ser retirados de su uso, almacenados y gestionados según lo establecido en la normativa ambiental vigente.

15. Los balastos de luz fluorescente se fabricaban con condensadores de PCB pequeños antes de 1979 en los Estados Unidos, antes de 1984 en Europa occidental y antes de 1990 en Europa oriental. Los balastos fabricados en Estados Unidos después del año 1979 están etiquetados en la carcasa que indica "sin PCB" o "no PCB".



### Recuadro 3. Formas por la cuales equipos no PCB pueden haberse contaminado

Regularmente las prácticas industriales de mantenimiento, almacenamiento y transporte hicieron que los PCB pasaran a otros tipos de equipos y elementos, aumentando así el número de unidades y sistemas contaminados. El uso de compuestos orgánicos persistentes para mejorar la calidad del aceite dieléctrico, la contaminación cruzada durante labores de fabricación o mantenimiento de equipos y el cambio de PCB con aceite mineral u otro tipo de aceite dieléctrico libre de PCB son las principales formas de impregnación:

- i. **El uso de PCB para mejorar la calidad del aceite dieléctrico:** debido a las ventajas técnicas y a la alta miscibilidad con los aceites minerales, los PCB han sido utilizados como aditivos mejoradores de los aceites convencionales.
- ii. **La contaminación cruzada de los aceites minerales u otro tipo de aceite dieléctrico libre de PCB durante las operaciones de fabricación o mantenimiento de equipos:** una vez pasado un aceite que contiene PCB por la máquina de filtración, se contaminan tanto el medio filtrante como los demás materiales, aumentando el riesgo de contaminación de los aceites minerales u otro tipo de aceite dieléctrico libre de PCB que se filtren posteriormente en el mismo equipo. Es por ello que se deben implementar rigurosamente las buenas prácticas para este tipo de actividades.
- iii. **El cambio de los PCB de los transformadores por aceites dieléctricos libres de PCB:** esta operación consiste en drenar del transformador el aceite dieléctrico que contenía PCB, para reemplazarlo con un aceite mineral u otro aceite dieléctrico libre de PCB, práctica que termina usualmente contaminando el nuevo aceite con trazas de estos compuestos orgánicos, debido a su alto potencial de impregnación, especialmente en las partes porosas del transformador, tales como las cuñas de madera de los bloques, los cartones y las resinas.

Elaboración propia con información de CERI, ACIDI & MMA, 2001

Por otro lado, la liberación al ambiente de un PCB se considera una situación inadmisibles y crítica en la gestión; por tal motivo, es menester prestar atención a los casos recurrentes en los cuales existe un riesgo ambiental u ocupacional, a saber:

- a) Derrames accidentales de aceite PCB o contaminado con PCB
- b) Vaciado intencional del aceite dieléctrico contaminado con PCB contenido en equipos, para el reciclaje de partes metálicas o reemplazo de fluido
- c) Mezcla de aceite libre de PCB con aceites que contengan PCB

- d) Fugas de fluido PCB por deterioro de la carcasa o recipiente
- e) Uso de fluido de PCB como combustible y
- f) Quema indiscriminada de residuos contaminados con PCB<sup>16</sup>.

Debido a los graves riesgos sobre el medio ambiente y la salud de las personas, actualmente está prohibida la fabricación y comer-

<sup>16</sup>. Aunque normalmente los PCB no se liberan de manera intencional y deliberada, su aparición en el medio natural se debe principalmente al desconocimiento sobre el tema que redundará en un manejo irresponsable.



cialización de PCB en el mundo, y su uso se ha mantenido en viejos transformadores y condensadores hasta el final de su vida útil, los cuales son fáciles de identificar. Sin embargo, la tarea de identificar aceites y equipos que no han sido fabricados con PCB, sino que fueron contaminados con estas sustancias durante su vida útil por otras vías, es prioritaria para el sector eléctrico (recuadro 3).

### 1.5. Marco para la gestión de los PCB en Colombia

La gestión integral de PCB en Colombia se ha logrado hasta el momento mediante el establecimiento de un marco normativo base, el fortalecimiento técnico para la gestión, la formulación de lineamientos y la realización de inventarios preliminares de PCB. Estas acciones se han enmarcado principalmente en dos convenios o acuerdos multilaterales ambientales que son: el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes y el Convenio de Basilea sobre movimiento transfronterizo de residuos o desechos peligrosos.

Los acuerdos multilaterales ambientales son convenios o tratados celebrados entre diversas partes, estados u organismos de integración económica como la Unión Europea, para llevar a cabo medidas específicas destinadas a proteger el ambiente y a lograr la conservación de los recursos naturales. Este tipo de iniciativas con frecuencia son el resultado de la preocupación por los impactos negativos de las actividades humanas sobre el ambiente, lo que ha llevado a los países a cuestionarse sobre la sostenibilidad a largo plazo de estas actividades, en vista de la necesidad de garantizar un futuro seguro a las gene-

raciones venideras (PNUMA, 2008). En el anexo 2 se brindan algunos detalles adicionales sobre estos dos convenios aplicables a la gestión integral de PCB.

#### 1.5.1. Antecedentes

Los primeros avances específicos para la gestión ambiental de los PCB en el país se dieron en el año 1997, a partir de un proyecto colaborativo de asistencia técnica para el manejo de estas sustancias entre los gobiernos de Canadá y Colombia (con una duración de cuatro años), a través del Canadian Energy Research Institute - CERI, y con el apoyo de la firma consultora *Douglas White & Associates*, así como con una contraparte nacional del entonces Ministerio del Medio Ambiente de Colombia (ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) y el Ministerio de Minas y Energía.

En el marco de este proyecto se adelantaron una serie de actividades tendientes a contar con una primera aproximación sobre la cantidad de PCB existentes en el país (1998), a través de encuestas a los sectores productivos e instituciones relacionadas en el año de referencia. A partir de las cifras estimadas, el CERI elaboró la propuesta de estrategia nacional de eliminación de PCB (2001).

Así mismo, se adelantaron acciones para la elaboración de la primera versión del Manual de manejo de PCB para Colombia (1999 - 2001), publicado como informe final CERI (CERI, ACIDI & MMA, 2001) a partir del cual se elaboraron dos documentos internos de trabajo en los años 2007 y 2013 por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

A partir de estos documentos iniciales de trabajo y en el marco del actual “Proyecto de desarrollo de la capacidad nacional para la gestión y eliminación ambientalmente adecuada de PCB en Colombia”<sup>17</sup>, se han estructurado diversos proyectos recientes en materia de PCB.

Una vez suscrito el Convenio de Estocolmo<sup>18</sup>, el país continuó avanzado en el logro de los objetivos de identificación, prevención, reducción y eliminación de los contaminantes orgánicos persistentes y sus residuos. A partir del año 2003, se desarrollaron una serie de actividades cuyo objetivo era conocer la situación nacional de los contaminantes orgánicos persistentes (COP). Dichas acciones fueron coordinadas y adelantadas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) con recursos de donación del Global Environment Facility - GEF y de la Agencia Canadiense para la Cooperación Internacional, con el apoyo del Banco Mundial.

Algunos de los proyectos adelantados en el marco de la donación fueron: a) inventario nacional preliminar de bifenilos policlorados (PCB); b) asistencia técnica para el manejo y divulgación del riesgo; c) evaluación de la capacidad nacional, infraestructura disponible y marco regulatorio existente para la gestión de los COP en el país; d) evaluación de los impactos a la salud (pública y ocupacional) asociados a los contaminantes

orgánicos persistentes (COP); e) evaluación de las implicaciones económicas y sociales del uso y reducción de los COP, incluyendo las necesidades para el mejoramiento de la capacidad nacional y; f) asistencia técnica para la formulación del plan nacional de aplicación para la gestión de los contaminantes orgánicos persistentes (COP) en el marco de la Convención de Estocolmo.

Por otra parte, y en relación con la generación de una capacidad analítica para PCB en los laboratorios existentes en el país, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, en el año 1999 a través de su programa de fisicoquímica ambiental y en el marco del proyecto colaborativo entre Canadá y Colombia, inició acciones en aras de lograr la estandarización de protocolos para el análisis de PCB, así como para promover la competencia de los laboratorios de ensayo en el análisis de estos compuestos.

Posteriormente, entre los años 2010 a 2013, el IDEAM y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible adelantaron nuevos proyectos en esta materia, cuyos resultados se concretaron con la suscripción de la Resolución 0792 de 2013 del IDEAM, mediante la cual se adoptan los protocolos de muestreo y análisis para la determinación del contenido de PCB en aceites dieléctricos y diferentes matrices ambientales.

Como otra de las líneas estratégicas de trabajo en materia de PCB, desde el año 2010 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el IDEAM, a partir de los insumos disponibles hasta el momento, elaboraron conjuntamente el diseño y desarrollo de un instrumento de gestión de información para

**17.** Proyecto COL 84851/71268

**18.** Colombia suscribió en el año 2001 el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes, del que hacen parte los bifenilos policlorados (PCB), ratificado mediante la Ley 1196 del 05 de junio de 2008.



el inventario de PCB, del cual se derivó una herramienta informática de diligenciamiento web con el fin de facilitar el levantamiento, acopio, procesamiento y divulgación de información de dicho inventario, la cual se reglamentó con la Resolución 222 de 2011 modificada parcialmente por la Resolución 1741 de 2016 y se implementó a partir del año 2012, y se encuentra operando actualmente con más de 600 empresas y propietarios de PCB reportando información.

Posteriormente, Colombia recibió en el año 2013, a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, una nueva donación del Global Environment Facility - GEF para implantar un proyecto que permitiera desarrollar estrategias para fortalecer la capacidad nacional en el manejo y la eliminación de las existencias de PCB, denominado: “Desarrollo de la capacidad para la gestión y eliminación ambientalmente adecuada de los PCB”, el cual tiene los siguientes componentes: a) fortalecimiento del marco legal, administrativo y regulatorio para la gestión adecuada de los PCB; b) desarrollo de la capacidad nacional para la gestión (incluyendo la eliminación) ambientalmente racional de los PCB y; c) gestión (incluyendo la eliminación) ambientalmente racional de los PCB a través del desarrollo de proyectos pilotos.

### 1.5.2. Marco normativo ambiental y política ambiental

El 22 de mayo de 2001 se culminó en Estocolmo el texto del Convenio que lleva su nombre, del cual Colombia hace parte desde el año 2002 y cuyo objetivo es proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los contaminantes orgánicos persistentes (COP),

de los cuales hacen parte los bifenilos policlorados (PCB). Posteriormente, el 5 de junio de 2008, se promulga la Ley 1196 mediante la cual Colombia ratificó su participación.

Por otra parte, en el año 2005 Colombia emitió su *Política ambiental para la gestión integral de residuos o desechos peligrosos*, la cual en su objetivo 3 relacionado con: *implementar los compromisos internacionales relacionados con sustancias y residuos peligrosos*, prevé como una de sus estrategias específicas para este objetivo, formular el *Programa nacional para la aplicación del Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes (COP)* y como una de sus estrategias generales, impulsar la actualización y armonización del marco normativo, de lo cual hace parte la expedición de la normativa pertinente, especialmente en lo relacionado con el manejo de bifenilos policlorados (PCB) y otros residuos peligrosos (respel) de prioridad para estos compromisos internacionales.

En este sentido, en el mismo año se expide el Decreto 4741, por el cual se reglamentan parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral, lo cual es aplicable a los bifenilos policlorados (PCB) e incluye de manera explícita algunas prohibiciones asociadas a estas sustancias.

En concordancia con lo anterior, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expide en el año 2011 la Resolución 222, mediante la cual se establecen requisitos para la gestión ambiental integral de equipos y desechos que consisten, contienen o están contaminados con bifenilos policlorados (PCB), modificada parcialmente mediante la Reso-

lución 1741 de 2016. En aras de facilitar la aplicación y cumplimiento de esta normativa, se adelantan actualmente diversas acciones en el marco del proyecto PNUD – GEF - Minambiente denominado “*Desarrollo de la capacidad para la gestión y eliminación ambientalmente adecuada de los PCB*”.

Estos instrumentos de política pública se refuerzan aún más con la Ley 1252 de 2008<sup>19</sup>, por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos en Colombia, e indudablemente, por el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.

### 1.5.3. Plan nacional de aplicación

Como parte de los compromisos adquiridos con la firma y ratificación de la Convención de Estocolmo, el país a través del hoy denominado Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, formuló y publicó en el año 2010 el *Plan nacional de aplicación del Convenio de Estocolmo*, el cual fue actualizado en el año 2017, dentro del que se encuentra el *Plan nacional de acción para los bifenilos policlorados (PCB)*; que tiene como objetivo eliminar los PCB existentes en el país, a través de su manejo ambientalmente seguro y racional.

---

**19.** Esta ley tiene como objeto regular todo lo relacionado con la importación y exportación de residuos peligrosos en el territorio nacional, según lo establecido en el Convenio de Basilea y sus anexos, asumiendo la responsabilidad de minimizar la generación de residuos peligrosos en la fuente, optando por políticas de producción más limpia; proveyendo la disposición adecuada de los residuos peligrosos generados dentro del territorio nacional, así como la eliminación responsable de las existencias de estos dentro del país. Artículo 1 Ley 1252 de 2008.

Para dar cumplimiento a la meta, se plantearon los siguientes objetivos específicos, a saber:

- Identificar, marcar y eliminar los equipos, aceites y residuos contaminados con PCB existentes en Colombia.
- Fortalecer la capacidad de los actores involucrados en la gestión integral y manejo ambientalmente seguro de los PCB para garantizar su eliminación.



Tabla 6. Objetivos, estrategias y líneas estratégicas del *Plan nacional de acción para los PCB*

Objetivo	Línea estratégica	Acciones
Identificar, marcar y eliminar los equipos, aceites y residuos contaminados con PCB existentes en Colombia	Recopilación y divulgación de información	Mantener actualizado y divulgar periódicamente los resultados del inventario nacional de PCB, que permitan entre otros, realizar el seguimiento y reportar el cumplimiento de las metas de marcado y eliminación de PCB ante la Convención de Estocolmo.
	Evaluación del riesgo	Para el año 2022, se cuenta con un esquema de vigilancia epidemiológica ambiental implementado al menos un proyecto piloto para PCB.
	Manejo del riesgo y promoción de alternativas	Promover las alternativas de marcado de equipos que garanticen la identificación de aquellos contaminados con PCB.
		Promover la eliminación ambientalmente segura (interna o a través de movimientos transfronterizos) de las existencias de aceites, equipos y desechos contaminados con PCB, identificadas a través del inventario nacional de PCB.
	Seguimiento - Inspección, vigilancia y control	Adelantar actividades de control y seguimiento por parte de las autoridades ambientales para promover el cumplimiento de la normativa vigente en materia de PCB.
		Realizar actividades de control y seguimiento a las instalaciones autorizadas para el manejo ambientalmente seguro de PCB.
		Implementar mecanismos de control aduanero para evitar el ingreso al país de elementos contaminados con PCB y controlar los movimientos transfronterizos de residuos contaminados con PCB.  Llevar a cabo acciones de control y seguimiento para identificar y registrar a los propietarios de PCB, que aún no se encuentran reportando en el inventario nacional de PCB.
Instrumentos transversales para la generación y fortalecimiento de capacidades	Fortalecer con capacitación a las autoridades de comercio y aduaneras, así como a las que adelantan seguimiento y control ambiental a las instalaciones con equipos, aceites y desechos contaminados con PCB.	



Objetivo	Línea estratégica	Acciones
<p><b>Fortalecer la capacidad de los actores involucrados en la gestión integral y manejo ambientalmente seguro de los PCB para garantizar su eliminación</b></p>	<p>Recopilación y divulgación de información</p>	<p>Difundir información sobre prevención de los riesgos asociados a los PCB para sensibilizar a los diferentes actores involucrados en su manejo.</p>
		<p>Verificar que las capacidades instaladas en el país responden a los criterios establecidos en el Manual para la Gestión Integral de PCB, para el manejo de equipos, aceites y residuos contaminados, en concordancia con los lineamientos de los Convenios de Estocolmo y Basilea.</p>
	<p>Manejo del riesgo y promoción de alternativas</p>	<p>Promover los lineamientos y mecanismos para la gestión integral de los sitios contaminados con PCB en el país, que incluya la identificación y evaluación de riesgos asociados a los mismos.</p>
		<p>Promover la sustitución y el manejo ambientalmente seguro de equipos contaminados con PCB, pertenecientes a propietarios que no hacen parte del sector eléctrico e identificar casos exitosos en este sentido.</p>
	<p>Instrumentos transversales para la generación y fortalecimiento de capacidades</p>	<p>Impulsar y facilitar la articulación entre diferentes actores (autoridades ambientales, propietarios de PCB, empresas de mantenimiento, academia, ministerios, institutos de investigación, etc.) a través de jornadas de diálogo, grupos de trabajo y otras iniciativas donde se aborden temáticas asociadas a la gestión integral de PCB.</p>
		<p>Promover las buenas prácticas y prevención de la contaminación cruzada en instalaciones que realicen actividades de mantenimiento y reparación de equipos con aceite dieléctrico.</p> <p>Capacitar a los propietarios de equipos y desechos contaminados con PCB, sobre las normas y criterios técnicos vigentes para la gestión integral de PCB.</p>



#### 1.5.4. Metas para la gestión integral de PCB en Colombia

De acuerdo con la normativa ambiental vigente aplicable para la gestión integral de PCB<sup>20</sup>, las principales metas en materia

de marcado e identificación de los equipos sometidos a inventario, retiro de uso de equipos contaminados con PCB y eliminación ambientalmente adecuada de desechos contaminados con PCB, se sintetizan a continuación:

Tabla 7. Metas de marcado e identificación, retiro de uso y eliminación de bifenilos policlorados (PCB)

Actividad	Meta	Fecha límite
Marcado e identificación	30% del total del inventario de equipos	31 de diciembre de 2016
	60% del total del inventario de equipos	31 de diciembre de 2020
	100% del inventario de equipos	31 de diciembre de 2024
Retiro de uso	100% de equipos contaminados con PCB	31 de diciembre de 2025
Eliminación ambientalmente adecuada*	100% de existencias y desechos contaminados con PCB, identificados y marcados a 2016	31 de diciembre de 2017
	100% de existencias y desechos contaminados con PCB, identificados y marcados a 2020	31 de diciembre de 2022
	100% de existencias y desechos contaminados con PCB, identificados y marcados a 2024	31 de diciembre de 2028

\* Para zonas no interconectadas, la fecha límite de eliminación de la totalidad de existencias identificadas y marcadas, es el 31 de diciembre de 2028.

20. En especial los artículos 7, 9 y 27 de la Resolución 222 de 2011 modificada parcialmente por la Resolución 1741 de 2016 expedidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o aquella que la modifique, sustituya o complemente.



### 1.5.5. Prohibiciones

Se deben tener en cuenta las prohibiciones normativas relacionadas con PCB, establecidas en el Decreto 4741 de 2005, así como en la Resolución 222 de 2011 modificada parcialmente por la Resolución 1741 de 2016, las cuales se sintetizan en el siguiente recuadro.

#### Recuadro 4. Principales prohibiciones normativas relacionadas con PCB en Colombia

**El Decreto 4741 de 2005 en su artículo 32 establece que:**

*“Se prohíbe importar equipos o sustancias que contengan bifenilos policlorados (PCB), en una concentración igual o superior a 50 mg/kg”.*

**Por su parte, la Resolución 222 de 2011 en su artículo 34 (modificado parcialmente por medio del artículo 10 Resolución 1741 de 2016) establece las siguientes prohibiciones:**

- a) *Queda prohibida la producción de PCB en el territorio nacional.*
- b) *A partir del año 2025 queda prohibido, en el territorio nacional, el uso de equipos, elementos o sustancias que contengan PCB.*
- c) *Se prohíbe el uso de equipos contaminados con PCB en instalaciones eléctricas nuevas y en modificaciones a las existentes, conforme a lo establecido en el artículo 41 del anexo general: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), de la Resolución 18-1294 de agosto 06 de 2008.*
- d) *Se prohíbe la importación de PCB o de equipos que contengan PCB.*
- e) *Se prohíbe la importación de desechos de PCB.*
- f) *Se prohíbe la exportación de PCB o equipos que contengan PCB, con fines distintos de la gestión ambientalmente adecuada de desechos, para lo cual se deberá dar cumplimiento a los requisitos establecidos en el Convenio de Basilea.*
- g) *Queda prohibida la dilución de aceites de concentraciones mayores a 50 ppm de PCB en cualquier medio de dilución, a menos que ésta sea parte de un procedimiento de tratamiento de descontaminación de un proyecto que cuente con la autorización ambiental pertinente.*
- h) *Queda prohibido completar el nivel de los equipos que contienen PCB utilizando aceites contaminados con PCB, así como rellenar un equipo, situado cerca de otros aparatos que contengan PCB, con un líquido de sustitución que tenga un punto de inflamación inferior a 300 grados centígrados.*
- i) *Se prohíbe el desarrollo de actividades de rellenado de equipos desechados, equipos en uso y en desuso clasificados en los grupos 1 y 2, así como de transformadores con capacidad inferior a 500 kVA.*
- j) *Se prohíbe la disposición final de residuos o desechos con PCB en rellenos y celdas de seguridad”.*

## 2. Los procesos de comercio exterior y aduanas en la gestión ambiental

**A** continuación, se presentan las consideraciones más relevantes de los procesos llevados a cabo por las autoridades de comercio exterior y aduanas, así como sus relaciones con la gestión ambientalmente segura de los PCB en el marco de los acuerdos multilaterales ambientales.

### 2.1. Importancia de la participación de autoridades de comercio exterior y aduanas en el seguimiento a los acuerdos multilaterales ambientales

Los movimientos transfronterizos y el manejo ambientalmente seguro de diferentes sustancias y desechos de interés, son regulados a través de algunos acuerdos multilaterales ambientales tales como el de Basilea, Rotterdam y Estocolmo, entre otros. Estos acuerdos son fundamentales para preservar y proteger la salud y el ambiente frente a los efectos adversos de estas sustancias o desechos.

Es común que cuando una sustancia o residuo específico, entra a ser regulado por convenios internacionales o acuerdos multilaterales ambientales y estos tienen relevancia en el comercio internacional, los diferentes países miembros ajusten su reglamentación para controlar su manejo y establecer prohibiciones. De manera simultánea, la demanda existente de dichas sustancias y el aprovechamiento de residuos controlados por los convenios internacionales, genera riesgos asociados al comercio ilícito de estos.

Las autoridades de comercio exterior y aduanas tienen un papel crucial en la implementación de los acuerdos multilaterales

ambientales vinculados al comercio internacional, en el sentido que colaboran con el control del intercambio legal y en detectar el comercio ilícito (PNUMA, 2008).

Son diversos los procedimientos que se adelantan por parte de las autoridades de comercio exterior y aduanas, que resultan de mucha importancia en el comercio internacional como, por ejemplo:

- Verificar la validez de la documentación presentada para llevar a cabo operaciones de importación y exportación, asegurando que correspondan a las mercancías a movilizar.
- Garantizar que los responsables de las mercancías cumplen con las diferentes restricciones y regulaciones evitando que se promueva el contrabando.
- Combatir el fraude y garantizar que se cumplen las medidas de prohibición y restricción.

- Recaudar los derechos e impuestos asociados a las actividades de comercio exterior.
- Combatir e investigar el comercio ilegal.

Este documento y otras acciones adelantadas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el marco del fortalecimiento institucional para la gestión integral de PCB, se encuentran en concordancia con lo que otros países han denominado la “Iniciativa de Aduanas Verdes” que consiste en una serie de actividades de colaboración que se llevan a cabo por los diferentes actores involucrados, con el fin de elevar la conciencia ambiental de las autoridades de comercio exterior y aduanas, sobre los aspectos relativos a diversos convenios internacionales ambientales que tienen implicaciones en el comercio internacional.

#### Recuadro 5. Principales funciones misionales de las autoridades de comercio exterior y aduanas en Colombia relacionadas con los acuerdos multilaterales ambientales

El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, realiza entre otras las siguientes acciones que contribuyen con la implementación de los acuerdos multilaterales ambientales:

- Administrar la Ventanilla Única de Comercio Exterior (VUCE), mediante la cual las entidades administrativas comparten información y los usuarios realizan trámites de autorizaciones, permisos, certificaciones o vistos buenos previos exigidos para la realización de operaciones específicas de importación y exportación, a través de la Dirección de Comercio Exterior.
- Coordinar a las entidades de control (Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales - DIAN, ICA, INVIMA, Policía Nacional) para que realicen simultáneamente las inspecciones aduaneras, sanitarias y de control de antinarcóticos a través de la VUCE, que se llevarán en una única diligencia, cuya duración no podrá exceder un día calendario.
- Coordinar con la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales, la Policía Nacional - Dirección Antinarcóticos, el Fondo Nacional de Estupefacientes, el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos - Invima, las Entidades Territoriales de Salud, el Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, el Ministerio de Transporte, la Superintendencia de Puertos y Transportes, el Departamento Administrativo de la Aeronáutica Civil, la Dirección General Marítima - Dimar y la Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena - Cormagdalena, para que se reúnan periódicamente, con el objeto de garantizar la eficiencia, eficacia y adaptación permanente del procedimiento de inspección simultánea, así como efectuar seguimiento a su cumplimiento.



#### Recuadro 5. Principales funciones misionales de las autoridades de comercio exterior y aduanas en Colombia relacionadas con los acuerdos multilaterales ambientales

Por su parte la DIAN, contribuye con las siguientes acciones a la implementación de los acuerdos multilaterales ambientales, entre otras:

- *“La dirección y administración de la gestión aduanera que comprende el servicio y apoyo a las operaciones de comercio exterior, la aprehensión, decomiso o declaración en abandono de mercancías a favor de la Nación, su administración, control y disposición.*
- *“Realizar junto con la Policía Nacional - Dirección Antinarcóticos, el Fondo Nacional de Estupefacientes, el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos - Invima, las Entidades Territoriales de Salud y el Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, labores de supervisión y control en las operaciones de comercio exterior e intervenir en la inspección física de la mercancía que ingrese o salga del territorio nacional, y garantizar que esta diligencia se realice de manera simultánea y en un término no superior a un día calendario, contado a partir de la determinación de la misma, teniendo en cuenta lo establecido en la normativa vigente y en el “Manual de procedimientos de inspección física simultánea”.*

### 2.2. Procesos de comercio internacional que podrían involucrar elementos contaminados con PCB

Dado que la fabricación de PCB se prohibió en diferentes países del mundo desde finales de la década de los 70 y hasta los 80 del siglo pasado, no es probable hoy día encontrar comercialización de PCB nuevos (bien sea en estado líquido o sólido). Sin embargo, dada la suscripción del Convenio de Estocolmo por los países miembros de éste, en la medida que cada país avanza en sus planes de acción para la identificación, inventario y gestiones necesarias para un manejo ambientalmente seguro de los PCB, el movimiento transfronterizo no solo de desechos contaminados con PCB, sino de equipos asociados al uso de estas sustancias, se ha incrementado de manera importan-

te, máxime si los países exportadores no cuentan con alternativas tecnológicas propias suficientes y adecuadas para el manejo ambientalmente seguro de los elementos contaminados con PCB.

Lo anterior implica que hay un riesgo de tránsito de equipos o desechos contaminados con PCB entre países, especialmente aquellos en vía de desarrollo en América Latina, África y Asia.

Los procesos en los que se podrían encontrar riesgos asociados al incumplimiento normativo de las actividades de importación y exportación debidos a movimientos de equipos o desechos con PCB y que por ende requieren mayor atención por parte de las autoridades de comercio exterior y aduanas en los procesos de inspección, se resumen en la tabla 8.



Tabla 8. Principales procesos en los que podrían involucrarse elementos contaminados con PCB

Procesos	Situaciones de alerta	Marco legal o regulatorio	Consideraciones legales o regulatorias
Importación de equipos eléctricos usados	Los equipos usados tienen mayor riesgo de estar contaminados con PCB.	Ley 1252 de 2008	Se prohíbe la introducción, importación y tráfico al país de desechos peligrosos. Los PCB se consideran residuos o desechos peligrosos.
		Decreto 4741 de 2005, literal c del artículo 32	Se prohíbe <i>“importar equipos o sustancias que contengan bifenilos policlorados (PCB), en una concentración igual o superior a 50 mg/kg”</i> .
		Literales “d” y “e” del artículo 34 de la Resolución 222 de 2011 expedida por MinAmbiente	<i>“Se prohíbe la importación de PCB o de equipos que contengan PCB”</i> <i>“Se prohíbe la importación de desechos de PCB”</i> .
		Decreto 925 de 2013, artículo 14	Dentro de las importaciones sometidas al régimen de licencia previa se encuentra la de productos en condiciones especiales de mercado (ver la definición de “condiciones especiales de mercado” en el artículo 4 del mismo decreto).
		Artículo 25 del Decreto 925 de 2013	Establece los requisitos, permisos y autorizaciones, trámites previos ante otras autoridades competentes que deben verificarse.  En su numeral 6 se citan los productos sometidos a contingentes establecidos en virtud de tratados, convenios, acuerdos, protocolos internacionales o por razones de política comercial, dentro de los cuales se incluyen los acuerdos multilaterales ambientales.



Procesos	Situaciones de alerta	Marco legal o regulatorio	Consideraciones legales o regulatorias
Importación de equipos eléctricos nuevos con aceite dieléctrico	Equipos que se declaran como nuevos pero pueden venir mezclados con equipos usados.	Decreto 4741 de 2005	Además de lo descrito en situaciones anteriores, se debe verificar que la documentación incluya certificados de los fabricantes de los equipos que indiquen que se trata de equipos "libres de PCB" o con concentraciones menores a 50 ppm de PCB.
	Contaminación de los equipos nuevos con PCB si el fabricante de los mismos no ha tomado medidas preventivas para evitarlo.	Resolución 222 de 2011 expedida por MinAmbiente	
Exportación de equipos eléctricos usados	Exportaciones de equipos usados, que tienen un mayor riesgo de estar contaminados con PCB.	Literal "f" del artículo 34 de la Resolución 222 de 2011 expedida por MinAmbiente	<i>"Se prohíbe la exportación de PCB o equipos que contengan PCB, con fines distintos de la gestión ambientalmente adecuada de desechos, para lo cual se deberá dar cumplimiento a los requisitos establecidos en el Convenio de Basilea".</i>
		Decreto 1520 de 2008	Establece que el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, en coordinación con las autoridades de control, debe expedir e implementar el <i>"Manual de procedimientos de inspección física simultánea de mercancías"</i> .  Consideraciones establecidas por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, en relación a la articulación de actores para movimientos transfronterizos de residuos peligrosos.



Procesos	Situaciones de alerta	Marco legal o regulatorio	Consideraciones legales o regulatorias
Exportación de desechos con PCB	Exportación de desechos con PCB que no cumplan los requisitos establecidos por el Convenio de Basilea.	Ley 253 de 1996 Resolución 222 de 2011 expedida por MinAmbiente. Ley 1333 de 2010.	<p>Posible tráfico ilícito de residuos, es decir sin el consentimiento de la ANLA y demás partes involucradas.</p> <p>Deberán tenerse en cuenta las recomendaciones establecidas en el <i>“Procedimiento conjunto para el control de movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y otros desechos en Colombia - Convenio de Basilea”</i> (en elaboración por parte de la ANLA)</p> <p>La exportación de residuos peligrosos sin la autorización y consentimientos correspondientes se considera tráfico ilícito de desechos y está sujeto a las sanciones establecidas en el régimen sancionatorio ambiental.</p> <p>Una síntesis de los principales aspectos a tener en cuenta en relación a este trámite, se encuentra en la sección 2.4 <i>“Exportación de residuos peligrosos”</i> de este documento.</p>
Importación o exportación de aceites usados	Entrada o salida de aceites dieléctricos que no han sido previamente tratados y descontaminados y por consiguiente podrían contener PCB y ser residuos peligrosos.	Ley 1252 de 2008. Decreto 4741 de 2005. Resolución 222 de 2011 expedida por MinAmbiente.	Prohibiciones en cuanto a la importación de residuos peligrosos, en general.

Fuente: Minambiente & DIAN, 2016

De acuerdo con las estadísticas de años anteriores que se han analizado conjuntamente entre la DIAN y el Minambiente, se puede tener una aproximación a la probabilidad de encontrar este tipo de ele-

mentos contaminados dependiendo de su nivel de concentración de PCB, durante los diferentes procesos adelantados, la cual se presenta de manera cualitativa en la siguiente tabla:



Tabla 9. Estimación cualitativa de presencia de elementos contaminados con PCB según las estadísticas en Colombia

Régimen	Tipo de procesos	Contenido de PCB en aceite dieléctrico		
		Bajo (menor o igual a 500 ppm)	Medio (entre 500 ppm y 100.000 ppm)	Alto (mayor a 100.000 ppm)
Exportación	Mercancías usadas (Equipos eléctricos o aceites dieléctricos)	+++	++	+
	Residuos o desechos con PCB	++	++	++
Importación	Mercancías usadas (equipos)	++	+	+
	Mercancías usadas (aceites usados)	++	+	+
	Mercancías nuevas (equipos con aceite dieléctrico)	++	+	+

+ Baja probabilidad de ocurrencia

++ Probabilidad media de ocurrencia

+++ Alta probabilidad de ocurrencia

Fuente: Minambiente & DIAN, 2016

### 2.3. Estructura arancelaria en Colombia relativa a la gestión integral de PCB

Para definir el mecanismo y alcance de la aplicación de los instrumentos de control en el marco de la gestión integral de PCB, es necesario establecer cuáles son las subpartidas arancelarias aplicables, determinar el impacto sobre las medidas de control aplicadas previamente y el nivel de riesgo que presentan frente al incumplimiento de normas de índole ambiental.

Dentro de la estructura arancelaria de la sección XVI *“Máquinas, aparatos y material eléctrico, y sus partes; aparatos de grabación o reproducción de sonido, aparatos de grabación o reproducción de imagen y sonido en televisión, y las partes y accesorios de estos aparatos”*, se han identificado las subpartidas de los aparatos con aceite dieléctrico que más fácilmente pueden resultar contaminados con PCB (transformadores eléctricos), en la siguiente estructura del arancel:



Tabla 10. Estructura arancelaria para equipos que usan aceites dieléctricos

Nivel	Descripción
<b>Capítulo 85</b>	<b>Máquinas, aparatos y material eléctrico, y sus partes; aparatos de grabación o reproducción de sonido, aparatos de grabación o reproducción de imagen y sonido en televisión, y las partes y accesorios de estos aparatos</b>
<b>Partida 8504</b>	Transformadores eléctricos, convertidores eléctricos estáticos (por ejemplo: rectificadores) y bobinas de reactancia (autoinducción).
<b>8504.21</b>	- Transformadores de dieléctrico líquido - - De potencia inferior o igual a 650 kVA.
<b>8504.21.11.00</b>	- - - De potencia inferior o igual a 10 kVA.
<b>8504.21.90.00</b>	- - - Los demás
<b>8504.22</b>	- Transformadores de dieléctrico líquido - - De potencia superior a 650 kVA pero inferior o igual a 10.000 kVA.
<b>8504.22.10.00</b>	- - - De potencia superior a 650 kVA pero inferior o igual a 1.000 kVA
<b>8504.22.90.00</b>	- - - Los demás
<b>8504.23.00.00</b>	- Transformadores de dieléctrico líquido - - De potencia superior a 10.000 kVA
<b>Partida 8532</b>	Condensadores eléctricos fijos, variables o ajustables
<b>8532.10</b>	- Condensadores fijos concebidos para redes eléctricas de 50/60 Hz, para una potencia reactiva superior o igual a 0,5 kvar (condensadores de potencia)
<b>8532.10.00.00</b>	- Condensadores fijos concebidos para redes eléctricas de 50/60 Hz, para una potencia reactiva superior o igual a 0,5 kvar (condensadores de potencia)
<b>8532.20</b>	- Los demás condensadores fijos
<b>8532.20.00.00</b>	Condensadores eléctricos fijos, variables o ajustables. - Los demás condensadores fijos - - Los demás

Fuente: Minambiente & DIAN, 2016

Para la importación de **equipos nuevos**, las subpartidas citadas tienen como régimen “libre importación”, y poseen como requisitos: el certificado de conformidad y la declaración de cumplimiento del reglamento técnico (RETIE), así como la inscripción en el registro de fabricantes e importadores; los tres requisitos deben cumplirse ante la Superintendencia de Industria y Comercio - SIC.

Lo anterior implica que los usuarios deben tramitar a través de la Ventanilla Única de

Comercio Exterior – VUCE, el correspondiente visto bueno para la importación de los equipos ante la SIC.

Frente a la importación de **equipos usados**, en el Decreto 925 de 2013 se establecen los trámites previos que deben verificarse para la importación de los productos sometidos a los regímenes de licencia previa y de libre importación (registro de importación), entre estas: las importaciones de equipos clasificados como mercancía en condicio-



nes especiales de mercado que, según las definiciones del mencionado decreto y en concordancia con el Estatuto del Consumidor<sup>21</sup>, este término abarca:

*“Mercancías usadas, imperfectas, reparadas, reconstruidas, reparadas, restauradas, de baja calidad, remanufacturadas, repotencializadas, discontinuadas, recuperadas, refaccionadas, de segunda mano, de segundo uso, segundas, terceras, fuera de temporada u otra condición similar”.*

El Comité de Importaciones, que es el ente encargado de resolver las solicitudes de li-

encia de importación y está presidido por el Director de Comercio Exterior del Min-CIT, está también encargado<sup>22</sup> de: *“formular las recomendaciones relacionadas con los regímenes de importación que se deban adoptar para el buen manejo y ejecución de las políticas del Gobierno Nacional en materia de importaciones, conforme con las competencias asignadas al Ministerio de Comercio Industria y Turismo”.*

De otra parte, la subpartida correspondiente al **aceite dieléctrico no PCB** que se utiliza para llenar los transformadores corresponde a la siguiente estructura del arancel:

Tabla 11. Estructura arancelaria para aceites dieléctricos libres de PCB

Nivel	Descripción
Capítulo 27	Combustibles minerales, aceites minerales y productos de su destilación; materias bituminosas; ceras minerales
Partida 2710	Aceites de petróleo o de mineral bituminoso (excepto los aceites crudos) y preparaciones no expresadas ni comprendidas en otra parte, con un contenido de aceites de petróleo o de mineral bituminoso superior o igual al 70 % en peso, en las que estos aceites constituyan el elemento base, excepto las que contengan biodiésel y los desechos de aceites.
2710.19.33.00	- - Los demás - - - Preparaciones a base de aceites pesados - - - - Aceites para aislamiento eléctrico

Fuente: Minambiente & DIAN, 2016

21. Ley 1480 de 2011 “Por medio de la cual se expide el Estatuto del Consumidor y se dictan otras disposiciones”.

22. Artículo 3 de la Resolución 5097 de 2011, por la cual se determinan la organización y funcionamiento del Comité de Importaciones y se deroga la Resolución 612 de 2005”.



Finalmente, las subpartidas correspondientes a los **residuos o desechos de aceites con PCB** (prohibidos para importación) son:

Tabla 12. Estructura arancelaria para residuos o desechos con PCB

Nivel	Descripción
<b>Capítulo 27</b>	<b>Combustibles minerales, aceites minerales y productos de su destilación; materias bituminosas; ceras minerales</b>
<b>Partida 2710</b>	Aceites de petróleo o de mineral bituminoso (excepto los aceites crudos) y preparaciones no expresadas ni comprendidas en otra parte, con un contenido de aceites de petróleo o de mineral bituminoso superior o igual al 70 % en peso, en las que estos aceites constituyan el elemento base, excepto las que contengan biodiésel y los desechos de aceites.
<b>2710.91.00.00</b>	- Desechos de aceites - - Que contengan bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB).
<b>Capítulo 38</b>	<b>Productos diversos de las industrias químicas</b>
<b>Partida 3824</b>	Preparaciones aglutinantes para moldes o núcleos de fundición; productos químicos y preparaciones de la industria química o de las industrias conexas (incluidas las mezclas de productos naturales), no expresados ni comprendidos en otra parte.
<b>3824.82.00.00</b>	- Mezclas y preparaciones que contengan oxirano (óxido de etileno), bifenilos polibromados (PBB), bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o fosfato de tris(2,3-dibromopropilo). - - Que contengan bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB).

Fuente: Minambiente & DIAN, 2016

#### 2.4. Exportación de residuos peligrosos

La exportación de residuos peligrosos (respel), se encuentra regulada por el Convenio de Basilea “sobre el control del movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y su eliminación”, aprobado en Colombia mediante la Ley 253 del 9 de enero de

1996. En nuestro país, la entidad encargada de autorizar estos movimientos es la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA. Las etapas y consideraciones más relevantes relacionadas con el proceso de exportación de residuos o desechos peligrosos en el marco del convenio en mención, se sintetizan en la tabla 13.



Tabla 13. Etapas significativas de la aplicación del Convenio de Basilea

Etapa	Preguntas orientadoras	Consideraciones especiales
<p>Verificación de aplicabilidad del Convenio de Basilea</p>	<p><b>¿Se trata de residuos peligrosos y otros desechos?</b></p>	<p>Es importante establecer si el residuo que se pretende exportar se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Convenio de Basilea para proceder con la aplicación del mismo. Las exportaciones de residuos que no tengan características de peligrosidad están sujetas a los procedimientos rutinarios de exportación.</p>
	<p><b>¿El movimiento transfronterizo de residuos se realizará hacia un Estado parte?</b></p>	<p>Al respecto se establece que la exportación de residuos peligrosos y otros desechos hacia países que no sean parte del Convenio de Basilea está prohibida a no ser que se haya suscrito algún acuerdo bilateral.</p> <p><b>Colombia no ha suscrito</b> ningún tipo de acuerdo bilateral para la exportación de residuos peligrosos, a la fecha, y por ende solo puede exportar sus residuos hacia países parte del Convenio.</p>
	<p><b>¿Cuáles son las razones para realizar el movimiento?</b></p>	<p>Teniendo en cuenta que en lo posible los residuos se deberán gestionar lo más cerca a su origen se debe indagar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿El Estado de exportación (Colombia) no dispone de la capacidad técnica ni de lugares de eliminación adecuados?</li> <li>• ¿Los desechos son necesarios como materias primas para las industrias de reciclado o recuperación en el Estado de importación?</li> </ul>
<p>Evaluación</p>	<p><b>¿Presenta información y notificación?</b></p>	<p>Verificada la aplicabilidad del trámite se solicita al usuario la información descrita más adelante en el literal b) del numeral 2.4 de este documento denominado <i>“Evaluación de la información presentada”</i> y se solicita a los países de importación y tránsito el consentimiento para realizar el movimiento transfronterizo.</p> <p>Una vez recibidos los consentimientos otorgados por los países de importación y tránsito se evalúa la totalidad de la información presentada y se decide sobre la autorización requerida.</p>



Etapa	Preguntas orientadoras	Consideraciones especiales
Seguimiento	¿Se realizó el movimiento transfronterizo?	<p>El exportador debe notificar de manera previa al traslado de los residuos: las cantidades, rutas, fechas previstas y puerto de salida, a las autoridades ambientales, aduaneras, portuarias y entidades de atención de emergencias.</p> <p>La ANLA realiza visitas de seguimiento aleatorias a los envíos de desechos notificados, durante las actividades de cargue, para verificar las condiciones de embalaje, etiquetado, rotulado, manejo y transporte de los residuos.</p> <p>La planta de eliminación debe confirmar el recibo de los residuos y posteriormente debe certificar la eliminación de los mismos a través del documento de movimiento.</p> <p>En caso que la eliminación de los residuos no se pueda realizar de acuerdo con lo previsto, el Convenio de Basilea establece la obligación de regresar los residuos al origen o realizar acuerdos para eliminarlos de manera ambientalmente racional en un país parte.</p>

Fuente: Elaborado a partir de información suministrada por ANLA, 2015

El trámite de evaluación para la autorización de un proceso de exportación de residuos o desechos peligrosos se describe de manera general a continuación (ANLA, 2015):

**a. Verificación previa de aplicabilidad del trámite de autorización**

La información a verificar es la siguiente:

- Descripción y caracterización del residuo, de acuerdo con las metodologías descritas en el artículo séptimo del Decreto 4741 de 2005 por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. Dicha caracterización podrá realizarse con base en conocimiento técnico, listas

de residuos o caracterización fisico-química de los residuos.

- Ruta internacional prevista para el movimiento transfronterizo de residuos peligrosos.
- Cantidad aproximada del residuo a exportar la cual deberá ser acorde con la capacidad de eliminación de la planta a la cual se exportan los residuos.
- Descripción de las operaciones de eliminación previstas, con las respectivas autorizaciones ambientales con que cuenta la planta que realiza la eliminación de los residuos.

**b. Evaluación de la información presentada**

El exportador debe presentar la siguiente información a partir de la cual se expide un

acto administrativo (resolución) en que se aprueba o niega la autorización para realizar el movimiento transfronterizo de residuos peligrosos:

- Formulario de notificación diligenciado de conformidad con las instrucciones dadas por la Secretaria del Convenio, con sus correspondientes anexos numerados.
- Documento de movimiento debidamente diligenciado de acuerdo con la información del formulario disponible en:

<http://www.basel.int/Procedures/NotificationMovementDocuments/tabid/1327/Default.aspx>

- Seguro o póliza financiera vigente que cubra los incidentes que puedan presentarse durante las operaciones de manejo y traslado de los residuos en Colombia.
- Garantía financiera en caso de ser requerida por alguno de los países de importación o tránsito.
- Contrato de eliminación de los desechos peligrosos vigente, suscrito entre el exportador y el importador.
- Plan de contingencia para el transporte terrestre nacional de los residuos el cual deberá contener un plan estratégico, plan operativo y plan informático, de conformidad con lo establecido en Decreto 321 de 1999. Adicionalmente, se deberán describir de manera precisa los procedimientos para el desarrollo de las actividades de manejo, alistamiento, almacenamiento, envase, embalaje, etiquetado, rotulado, cargue, transporte y descargue de los residuos; junto con la identificación por tramos de las rutas propuestas para el trans-

porte de los residuos en el territorio nacional y demás información de soporte del plan.

### c. Seguimiento

- Se realiza visita de seguimiento a un porcentaje de los envíos propuestos en los expedientes.
- Seguimiento documental al final de la vigencia de la autorización.

# 3.

## Consideraciones para el manejo de riesgos asociados a PCB

A partir de lo expuesto en el primer capítulo en relación a las características de los PCB y sus efectos en salud y ambiente, así como los aspectos abordados en capítulo 2 sobre los procesos llevados a cabo en el marco de la implementación de los acuerdos multilaterales ambientales, a continuación, se plantean las principales consideraciones a tener en cuenta para minimizar los riesgos asociados a la manipulación de elementos potencialmente contaminados con PCB.

### 3.1. Riesgos en las tareas de comercio exterior y aduanas

El personal encargado de tareas de fiscalización puede exponerse al riesgo que implican los PCB durante tareas de inspección de cargas o cargamentos de materiales o equipos que los contengan y que bien sea por apertura de los mismos, o por pérdidas en estos, pudieran hacer que se produzca el contacto accidental.

Es muy importante también que el personal de fiscalización observe, no solo la carga, sino también el entorno para descartar pérdidas o cualquier otro detalle que pudieran implicar riesgos para la salud o el ambiente.

### 3.2. Consideraciones básicas en el proceso de inspección de mercancías

Los inspectores de las autoridades de comercio exterior y aduanas no deben acercarse a las mercancías y lugares donde haya materiales peligrosos, sin tener claridad sobre la información declarada y sin antes evaluar la situación, particularmente si se trata de un espacio cerrado. Con base en la evaluación, se deben tomar las debi-



das precauciones, que incluyen entre otras (PNUMA, 2008):

- No abrir las puertas del tráiler o del camión en el que se sospecha hay sustancias peligrosas, hasta tanto se cuente con el acompañamiento de personal entrenado para estos procedimientos específicos y con los respectivos elementos de protección personal.
- Al igual que en el caso anterior, ante sospecha, no abrir tanques u otros contenedores que puedan tener sustancias peligrosas.
- No dar por hecho que lo indicado en una etiqueta, en un bidón o contenedor es lo que en realidad contiene, porque los traficantes con frecuencia mezclan sustancias peligrosas con otros materiales.
- No entrar a espacios cerrados en donde podría haber sustancias peligrosas.
- Evaluar la situación.
- Identificar la sustancia peligrosa (con ayuda de expertos científicos).
- Delimitar el acceso al lugar.
- Reportar el incidente a las autoridades ambientales competentes.

Para información relacionada con elementos que contienen o pueden contener PCB, se recomienda consultar el *Manual para la Gestión Integral de Bifenilos Policlorados - PCB* publicado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el año 2016.

### 3.3. Consideraciones de protección

La mejor protección es evitar el contacto con lo que se supone es, o puede contener PCB.

La forma habitual de contaminación en las personas ha sido a través de alimentos o agua contaminada, lo que implica su ingreso al organismo, pero también se conocen casos por el contacto accidental a través de la piel (manos y brazos) y por las mucosas (ojos, por ejemplo).

Exceptuando las situaciones de grandes derrames de PCB, en los que se los puede encontrar incluso mezclados con solventes volátiles, no es común que ingresen por vía respiratoria. En casos de emergencias importantes, la protección debe ser mucho más completa para evitar potenciales contactos y consiste en vestimenta especial de material sintético, guantes y protección completa de la cara y sistema respiratorio.

En la mayoría de las situaciones, y para las tareas en las que probablemente se puede estar en presencia de PCB, estos seguramente se encontrarán contenidos en algún recipiente y el eventual contacto se puede dar a través de pérdidas, derrames o contacto sin intención con partes abiertas o contaminadas.

Es de pensar que la principal vía de ingreso será entonces a través de la piel por lo que, además de la recomendación de no tocar ningún material que pudiera presentar manchas secas o húmedas, deben usarse los guantes de protección por cualquier eventualidad.

El guante indicado para una protección de este tipo es el de nitrilo. Su uso es bastante sencillo. La única salvedad es que protege exclusivamente para la exposición a químicos y no a cortes o pinchazos. Por ello en algunas situaciones se deberán combinar guantes de fibras con los exteriores de material sintético para tener protección absoluta.

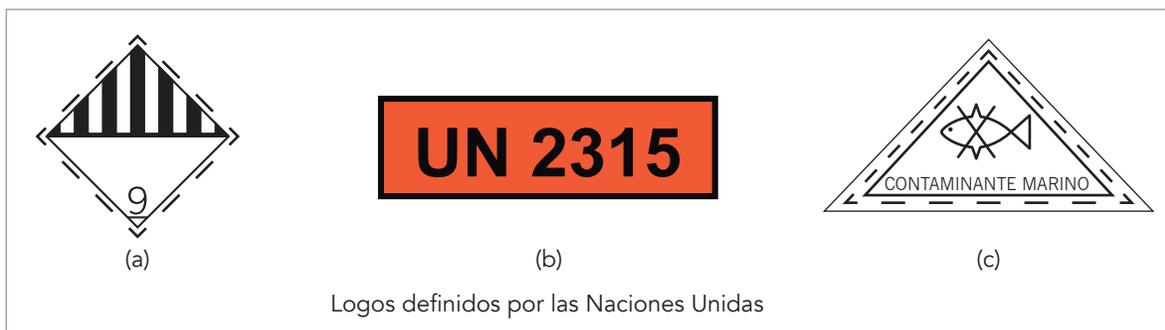
Adicional al uso de guantes, se recomienda para el caso de tener eventual contacto con los PCB, usar ropa de manga larga y prendas que cubran toda la pierna.

Quedan excluidas de estas recomendaciones las situaciones de grandes derrames o pérdidas, en las que el nivel de protección debe ser mayor (vestimenta completa, equipos de respiración de presión positiva). En estas situaciones la actuación para minimizar los impactos debe ser realizada por expertos. Si tuviera que exponerse a una situación de este tipo siga las instrucciones de los responsables de atender la emergencia.

### 3.4. Casos de equipos identificados como contaminados con PCB

El marcado y etiquetado adecuado de elementos contaminados con PCB, son la base principal para un manejo seguro de las cargas que los contengan ya que se supone que los componentes que las conforman deben venir en contenedores normalizados, en muchos casos rellenos con materiales inertes que absorben internamente las pérdidas y debidamente sellados para asegurar su estanqueidad durante los transportes marítimos, aéreos o terrestres.

Ilustración 11. Ejemplos de logo símbolos estandarizados por las Naciones Unidas para el transporte de PCB



Tomado del *Manual para la Gestión Integral de PCB*. Minambiente, 2016

Ilustración 12. Ejemplos de marcado de contenedores y rotulado de unidades de transporte de PCB



Tomado del *Manual para la Gestión Integral de PCB*. Minambiente, 2016

Este tipo de cargas, que contiene PCB, sale del país para que su contenido sea tratado y dispuesto en centros habilitados para tal fin en Europa.

En este caso la recomendación es asegurar que estas cargas no tengan pérdidas visibles, tanto cuando están a nivel de piso, como cuando sean levantadas para su traslado.

Es buena práctica para estas situaciones utilizar los guantes de nitrilo para contingencias.

### 3.5. Casos de equipos o cargas dudosas que podrían contener PCB

La presencia de PCB se podría dar tanto con cargas entrantes al país como salientes.

Para ambas situaciones es fundamental el apoyo de personal del “*área de evaluación de riesgos*”, quienes podrán orientar sobre las circunstancias dudosas que merezcan una revisión programada de algunos lotes.

En otras instancias se puede plantear como necesaria una inspección si se detectan pérdidas, o simplemente ante la posibilidad de encontrarnos ante la presencia de

equipos usados o desechos que pudieran contener PCB.

Para ambas situaciones será necesario comenzar la inspección utilizando al menos guantes de nitrilo y anteojos de seguridad. Si la tarea exige manipulación de objetos pesados o que puedan producir cortes se deberán utilizar adicionalmente guantes de protección mecánica.

La mejor alternativa es el uso de guantes de nylon con protección metálica y cubierta de nitrilo ya que en ese caso se utiliza solamente ese elemento.

El lente de seguridad debe tener protección lateral, para proteger de posibles salpicaduras.

En la tabla 14 se dan criterios de protección a través de equipos de protección personal, para algunas condiciones que se pueden anticipar. También se mencionan algunas recomendaciones referidas al cuidado del ambiente, que pudieran corresponder. Estas orientaciones son solo ejemplos orientativos y dependiendo de la situación y del ambiente de que se trate será necesario identificar los peligros y evaluar los riesgos correspondientes.

Ilustración 13. Ejemplos de elementos mínimos de protección personal para la inspección de elementos potencialmente contaminados con PCB



Guantes de nitrilo

Guantes de protección mecánica

Anteojos de seguridad



Tabla 14. Criterios de protección de la salud y el ambiente

Situación	Recomendaciones
<p>Revisión de equipos eléctricos – material entrante o saliente al país nuevos o usados</p>	<p>Si debe acercarse y tocar el equipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilice guantes</li> <li>• Utilice lentes de seguridad</li> <li>• Evalúe otros riesgos</li> <li>• Busque evidencias de pérdidas o derrames</li> <li>• Si los encuentra no los toque ni raspe</li> <li>• Considere si estas pérdidas están activas y si han llegado al suelo o a la superficie de apoyo</li> </ul> <p>Ubique toda la información disponible sobre el envío, (p. ej.: procedencia, año de fabricación, fabricante) y cualquier referencia sobre aceites que pudieran contener</p> <p>Si el equipo ha sido fabricado hasta mediados de los años 1980 seguramente contiene PCB.</p> <p>Si el equipo ha sido fabricado antes del año 2000 probablemente contenga PCB.</p> <p>Tome fotografías para documentar la situación.</p>
<p>Revisión de embalajes cerrados de material saliente al país</p>	<p>Si debe acercarse y tocar el equipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilice guantes</li> <li>• Utilice lentes de seguridad</li> <li>• Evalúe otros riesgos</li> <li>• Busque evidencias de pérdidas o derrames</li> <li>• Si los encuentra no los toque ni raspe</li> <li>• Considere si estas pérdidas están activas y si han llegado al suelo o a la superficie de apoyo.</li> </ul> <p>Ubique toda la información disponible sobre el envío (p. ej.: procedencia, año de fabricación, fabricante) y cualquier referencia sobre aceites que pudieran contener.</p> <p>Tome fotografías para documentar la situación.</p> <p>Aplican las mismas consideraciones anteriores sobre años de fabricación.</p>

## 3.6. Recomendaciones generales

Las siguientes recomendaciones pueden tomarse como generales para cargas en las que se sospecha de su contenido:

- Evite entrar en contacto con la carga y si debe hacerlo use su equipo de protección personal.
- Averigüe sobre la condición de la carga y su estado (sólido, líquido o gaseoso).
- Verifique si el contenido de la carga está declarado como peligroso.
- Averigüe en la documentación que acompaña el envío, sobre la referencia a toma de muestras y resultados de análisis.
- Verifique si tiene códigos de identificación europeos, americanos o diferentes a los que se utilizan en Colombia. Tome imágenes de estos.
- Verifique si las dimensiones y pesos coinciden con los datos que figuran en la documentación.
- Revise y verifique la existencia de pérdidas y cuantifíquelas de manera aproximada.

Tenga siempre disponible información de contacto de la autoridad ambiental y otras entidades involucradas y consulte a estas cuando sea necesario (ver anexo 1). Al momento de realizar la consulta aporte la mayor cantidad de datos posibles al personal encargado en ese momento.

No haga ni permita que se haga fuego cerca o con los materiales de embalaje de estas cargas.

Siga los pasos de los procedimientos establecidos para sus tareas específicas.

# Anexo 1.

## Información de contacto

**A** continuación, se referencian los principales datos de contacto en caso de requerir apoyo en actividades de comercio exterior y aduanas relacionado con PCB.



### Datos de contacto de algunas autoridades del orden nacional

N°	Autoridad Nacional	Dirección	Ciudad	Departamento	Teléfono
1	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA	Calle 37 No. 8-40	Bogotá D.C	Bogotá D.C	(57-1) 2540111 Línea nacional: 018000112998
2	Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales - DIAN - Fiscalización aduanera - Gestión de comercio exterior - Laboratorio	Carrera 7 No. 6C - 54 Edificio Sendas DIAN	Bogotá D.C	Bogotá D.C	(57-1) 6079999 Línea nacional: 01 900 555 0993
3	Policía Nacional - Dirección Policía Fiscal y Aduanera, POLFA	Carrera 7 No. 6C - 54 Edificio Sendas DIAN	Bogotá D.C	Bogotá D.C	(571) 5159111 / 9112 Línea nacional: 018000 910 112
4	Policía Nacional - Dirección de Antinarcóticos	Carrera 59 No. 26 - 21 CAN	Bogotá D.C	Bogotá D.C	(571) 5159111 / 9112 Línea nacional: 018000 910 112
5	Ministerio de Comercio, Industria y Turismo Dirección de Comercio Exterior	Calle 28 No. 13 A - 15	Bogotá D.C	Bogotá D.C	(57-1) 6067676 Línea nacional: 018000958283



### Datos de contacto de algunas autoridades ambientales del orden regional y local

N°	Autoridad Ambiental Regional o Local	Dirección	Ciudad	Departamento	Teléfono
1	Corporación Autónoma Regional de Risaralda - CARDER	Avenida de las Américas con Calle 46 No. 46 - 40	Pereira	Risaralda	(6) 311 65 11
2	Corporación Autónoma Regional de Nariño - CORPONARIÑO	Calle 25 No. 7 Este 84 Finca Lope vía La Carolina	Pasto	Nariño	(2)730 45 88
3	Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental - CORPONOR	Calle 13 No. 3E - 278 Caobos	Cúcuta	Norte de Santander	(7) 571 62 19
4	Corporación Autónoma Regional del Tolima - CORTOLIMA	Carrera 5 Calle 44 Esquina - Av. Ferrocarril	Ibagué	Tolima	(8)265 49 40
5	Corporación Autónoma Regional del Quindío - CRQ	Calle 19 Norte No. 19 - 55	Armenia	Quindío	(6)746 06 11
6	Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - CORNARE	Autopista Medellín-Bogotá Km 54	El Santuario	Antioquia	(4) 546 14 66
7	Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge - CVS	Calle 29 No. 2 - 43, Piso 8 - edificio Morindó	Montería	Córdoba	(4) 782 99 50
8	Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía - CORPORINOQUIA	Carrera 23 No. 18 - 31	Yopal	Casanare	(8) 634 84 40
9	Corporación Autónoma Regional de Sucre - CARSUCRE	Carrera 25 No. 25-101 avenida Ocala	Sincelejo	Sucre	(5) 282 20 12
10	Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - CAM	Carrera 1 No. 60 - 79 barrio Las Mercedes	Neiva	Huila	(8) 876 53 44
11	Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia - CORANTIOQUIA	Carrera 65 No. 44 A - 32 barrio Naranjal	Medellín	Antioquía	(4) 436 44 34
12	Corporación Autónoma Regional del Atlántico - CRA	Calle 66 No. 54 - 43	Barranquilla	Atlántico	(5) 349 24 82 /54/349 26 86 ext. 124



N°	Autoridad Ambiental Regional o Local	Dirección	Ciudad	Departamento	Teléfono
13	Corporación Autónoma Regional de Santander - CAS	Carrera 12 No. 9 - 06	San Gil	Santander	(7)7240762
14	Corporación Autónoma Regional de Boyacá - CORPOBOYACÁ	Antigua vía Paipa No. 53 - 70	Tunja	Boyacá	(8) 7457192 ext 201
15	Corporación Autónoma Regional de Chivor - CORPOCHIVOR	Carrera 5 No. 10 - 125	Garagoa	Boyacá	(8) 750 06 61/771
16	Corporación Autónoma Regional de Guavio - CORPOGUAVIO	Carrera 7 No. 1A - 52	Gachalá	Cundinamarca	(1) 8538511/13/34 ext. 115
17	Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique - CARDIQUE	Transv. 52 # 16 - 190 barrio El Bosque sector Manzanillo	Cartagena		(5-6694666   57-5-6694059   57-5-6694141
18	Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar - CSB	Carrera 16 No. 10 - 27, avenida Colombia	Magangué	Bolívar	(5) 687 70 25
19	Corporación Autónoma Regional del Magdalena - CORPAMAG	Av. del Libertador No. 32 - 201 barrio Tayrona	Santa Marta	Magdalena	(57 - 5) 4213089
20	Corporación Autónoma Regional del Cesar - CORPOCESAR	Carrera 9 No. 9 - 88 edificio Ova - Ova Valledupar	Valledupar	Cesar	(5) 5748960 ext. 102 - 103
21	Corporación Autónoma Regional de La Guajira - CORPOGUAJIRA	Carrera 7 No. 12 - 25	Riohacha	La Guajira	(5) 7275125 - 7286778
22	Corporación Autónoma Regional de Caldas - CORPOCALDAS	Calle 21 No. 23 - 22, Piso 15, edificio Seguros Atlas	Manizales	Caldas	(6) 8841539
23	Corporación Autónoma Regional del Cauca - CRC	Carrera 7 No. 1N - 28 Av. Mosquera edif. Edgar Negret	Popayán	Cauca	(2) 8203248
24	Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC	Carrera 56 No. 11 - 36	Cali	Valle del Cauca	(2)339 89 49



N°	Autoridad Ambiental Regional o Local	Dirección	Ciudad	Departamento	Teléfono
25	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR	Carrera 7 No. 36 - 45	Ciudad		2 881989/2882363
26	Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga - CDMB	Carrera 23 No. 37 - 63	Bucaramanga	Santander	(7) 634 61 45
27	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico - CDA	Calle 26 No. 11 - 31 barrio 5 de Diciembre, Los Comuneros	Puerto Inírida	Guainía	(8) 565 63 51
28	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía - CORPOAMAZONÍA	Carrera 17 No. 14 - 85 barrio La Esmeralda	Mocoa	Putumayo	(8) 4296396
29	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina - CORALINA	Carretera vía a San Luis, Bight, kilómetro 26	San Andrés Isla	Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	(8) 513 1130
30	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena - CORMACARENA	Carrera 35 No. 25 - 57 barrio San Benito piso 3	Villavicencio	Meta	(8) 673 0420 – 682 5731
31	Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó - CODECHOCÓ	Carrera 1 No. 22 - 96	Quibdó	Chocó	(4) 671 37 83 / 670 90 56
32	Corporación para el Desarrollo Sostenible de Urabá - CORPOURABÁ	Calle 92 No. 98 - 39	Apartadó	Antioquia	4) 8281022
33	Corporación para el Desarrollo Sostenible de La Mojana y el San Jorge - CORPOMOJANA	Carrera 21 No. 21A - 44	San Marcos	Sucre	(5) 2954869 – 2955477
34	Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá	Avenida Caracas No. 54 - 38	Bogotá D.C.	Bogotá D.C.	(1) 342 89 51/ 3778899 ext. 8845



N°	Autoridad Ambiental Regional o Local	Dirección	Ciudad	Departamento	Teléfono
35	Área Metropolitana del Valle de Aburrá - AMVA	Calle 41 No. 53 - 07	Medellín	Antioquía	(4) 385 60 00 ext. 701
36	Departamento Administrativo para la Gestión del Medio Ambiente - DAGMA	Avenida 5 A Norte No. 20N - 08 piso 11, edif. Fuente Versailles	Cali	Valle del Cauca	(2) 6534858
37	Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente Barranquilla - DAMAB	Calle 65 No. 43-48	Barranquilla	Atlántico	(5) 368 02 44
38	Establecimiento Público Ambiental de Cartagena - EPA	Manga, Calle Real No. 19-26	Cartagena	Bolívar	(5) 664 41 19
39	Departamento Administrativo de Medio Ambiente de Santa Marta - DADMA	Calle 15 No. 1C-54 edificio Pevesca	Santa Marta	Magdalena	(5) 423 49 59 / 4214357
40	Área Metropolitana de Bucaramanga - AMB	Avenida de los Samanes No. 9-280 Ciudadela Real de Minas	Bucaramanga	Santander	(57-7) 6444831 Fax: 6445531

# Anexo 2.

## Acuerdos multilaterales ambientales aplicables a la gestión integral de bifenilos policlorados (PCB)

(Textos tomados de la *Guía de aduanas verdes para acuerdos multilaterales ambientales*. Versión español. PNUMA, 2008)

### CONVENIO DE BASILEA

El Convenio de Basilea tiene como fin primordial reglamentar el movimiento transfronterizo de desechos u otros residuos peligrosos y su eliminación. Las obligaciones y procedimientos de la Convención aplican siempre que los desechos u otros residuos peligrosos contemplados en la Convención crucen de una jurisdicción nacional a otra, independientemente de que los desechos sean o no enviados como parte de una transacción o una relación comercial.

Dado que la Convención regula específicamente los movimientos a través de las fronteras, su aplicación efectiva por parte de los oficiales de aduana o de control fronterizo es esencial para asegurar el cumplimiento de la Convención.

El Convenio de Basilea fue celebrado el 22 de marzo de 1989, y entró en vigor el 5 de mayo de 1992. Hay 170 Partes en el Convenio.

Los objetivos del Convenio son:

- Reducir el movimiento transfronterizo de desechos u otros residuos peligrosos al mínimo consecuente con su manejo ambientalmente seguro
- Dar tratamiento y eliminar los desechos u otros residuos peligrosos tan cerca como sea posible de su lugar de origen de forma ambientalmente segura y
- Minimizar la generación de desechos u otros residuos peligrosos, tanto en términos de cantidad como de peligro potencial.

Para alcanzar estos objetivos, el Convenio de Basilea establece un sistema regulatorio basado en lo siguiente:



- Un requisito de un acuerdo informado previo del Estado importador y de los Estados en tránsito, antes de que un desecho pueda ser exportado y, para este fin, el establecimiento de un procedimiento de notificación.
- Una restricción de exportaciones a un país que no es Parte del Convenio y
- Una obligación de reimportar cuando una exportación no haya cumplido con las disposiciones del Convenio.

### CONVENIO DE ESTOCOLMO

El Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes es un acuerdo global para proteger la salud humana y el medio ambiente de las sustancias químicas que permanecen intactas en el ambiente por periodos prolongados, se distribuyen extensamente en la geografía y se acumulan en el tejido adiposo de humanos y de animales. La exposición a los contaminantes orgánicos persistentes puede producir efectos graves en la salud, incluyendo algunos tipos de cáncer, defectos congénitos, disfuncionalidad de los sistemas inmunológico y reproductivo; mayor susceptibilidad a la enfermedad y aun disminución de la inteligencia. Dado su largo alcance de movimiento, ninguna autoridad puede por sí misma proteger a la población o a su medio ambiente de los COP.

El Convenio de Estocolmo, que fue adoptado en 2001 y entró en vigor en 2004, requiere como respuesta a esta situación que las Partes apliquen medidas para eliminar o reducir la liberación de COP en el ambiente.

Actualmente hay 152 Partes en el Convenio, está administrado por el Programa de las

Naciones Unidas para el Medio Ambiente, su sede se ubica en Ginebra, Suiza.

Los COP se dividen en dos categorías: aquellos producidos deliberadamente y los que no lo son. Los primeros incluyen plaguicidas y sustancias químicas industriales que pueden intercambiarse entre países. Los COP no producidos deliberadamente son productos intermedios de la industria y otros procesos que involucran la combustión y no son comerciables.

Los COP son semi volátiles, por ello tardan mucho en degradarse en el ambiente, se desplazan universalmente por medio del viento y las corrientes de agua y se acumulan a través de toda la cadena alimenticia. De esta forma, los COP pueden causar daño en áreas muy alejadas del sitio donde se producen, sin respeto a fronteras nacionales. Solamente la acción concertada a nivel internacional puede ayudar en la solución del problema.

Las obligaciones relevantes con relación a las actividades de importación y exportación, únicamente cubren los COP producidos intencionalmente. La importación de COP incluidos en el Convenio está permitida sólo para fines de eliminación ambientalmente racional, o para un uso autorizado bajo el Convenio, a la Parte de importación.<sup>23</sup>

La exportación de COP incluidos en el Convenio está permitida sólo para fines de eliminación ambientalmente racional o para un uso autorizado bajo el Convenio para la Parte de importación.

**23.** Sin embargo, se debe tener en cuenta que en Colombia se encuentra prohibida la importación de residuos peligrosos de acuerdo con la normativa ambiental vigente, en especial el Decreto 4741 de 2005.

# Referencias

**American Conference of Industrial Hygienists – ACGIH (2014).**

*Resources.* Recuperado el día 18 de agosto de 2014 de: <http://www.acgih.org/>

**Ahlborg, Hanberg & Kenne. Institute of Environmental Medicine (1992).**

*Risk Assessment of Polychlorinated Biphenyls (PCB).* Estocolmo, Suecia.: Ahlborg, Hanberg & Kenne.

**Bidleman, Walla, Muir & Stern (1993).**

*Selective accumulation of polychlorocamphenes in aquatic biota from the canadian Arctic.* Environmental Toxicology and Chemistry Volume 12, Issue 4, pages 701–709, April 1993.: Bidleman, Walla, Muir & Stern.

**Casanovas, J. (1996).**

*Dioxinas y furanos. Problemática ambiental y metodología analítica.* Madrid, España.: Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.

**Centro Nacional de Referencia sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes – CNRCOP (2014).**

*Bifenilos policlorados – PCB.* Recuperado el día 10 de agosto de 2014: <http://www.cnrcop.es/gc/publicaciones>

**Chile. Comisión Nacional del Medio Ambiente – CONAMA y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA. (2004).**

*Manual de Chile sobre el manejo de bifenilos policlorados (PCB; Askareles): Un estudio de caso sobre la aplicación de guías.* Santiago de Chile, Chile.: CONAMA.

**Colombia. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA (2015).**

*Memorias presentación “Exportación de Residuos Peligrosos y Otros desechos Caso PCB”* realizada en el marco del Taller para autoridades de comercio exterior y de aduanas sobre Manejo Ambiental de equipos y desechos contaminados con PCB llevado a cabo el 29 de mayo de 2015. Bogotá, Colombia.: ANLA.

- Colombia. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA y Dirección General Marítima – DIMAR (s.f).** Documento en proceso de elaboración denominado “Procedimiento conjunto para el control de movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y otros desechos en Colombia – Convenio de Basilea”. Bogotá, Colombia.: ANLA & DIMAR.
- Colombia. Congreso de la República de Colombia (1973).** Ley 23 de 1973. Bogotá, Colombia.
- Colombia. Congreso de la República de Colombia (1974).** Decreto Ley 2811 de 1974. Bogotá, Colombia.
- Colombia. Congreso de la República de Colombia (1993).** Ley 99 de 1993. Bogotá, Colombia.
- Colombia. Congreso de la República de Colombia (1998).** Ley 430 de 1998. Bogotá, Colombia.
- Colombia. Congreso de la República de Colombia (2000).** Ley 599 de 2000, Código Penal Colombiano. Bogotá, Colombia.
- Colombia. Congreso de la República de Colombia (2008).** Ley 1196 de 2008. Bogotá, Colombia.
- Colombia. Congreso de la República de Colombia (2008).** Ley 1252 de 2008. Bogotá, Colombia.
- Colombia. Congreso de la República de Colombia (2011).** Ley 1453 de 2011. Bogotá, Colombia.
- Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM (2013).** Resolución 0792 de 2013. Bogotá, Colombia.: IDEAM.
- Colombia. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (1979).** Resolución 2400 del 22 de mayo de 1979. Bogotá, Colombia.
- Colombia. Ministerio de Salud (1986).** Resolución 2309 del 24 de febrero de 1986. Bogotá, Colombia.
- Colombia. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (2001).** Resolución 983 del 4 de junio de 2001. Bogotá, Colombia.
- Colombia. Ministerio del Medio Ambiente – MMA, Canadian Energy Research Institute - CERI & Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional - ACDI (2001).** Informe final – manual de manejo de PCB para Colombia. Bogotá, Colombia.: CERI, ACDI & MMA.
- Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT (2005).** Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos. Bogotá, Colombia.: MAVDT.
- Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT (2005).** Decreto 4741 de 2005. Bogotá, Colombia.: MAVDT.
- Colombia. Ministerio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2006).** Resolución 1402 del 17 de julio de 2006. Bogotá, Colombia.
- Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT (2007).** Inventario preliminar de compuestos bifenilos policlorados (PCB) existentes en Colombia. Bogotá, Colombia.: MAVDT, PNUD & Banco Mundial.
- Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT (2007).** Documento interno de trabajo sobre actualización del Manual técnico de bifenilos policlorados (PCB). Bogotá, Colombia.: MAVDT.
- Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT & Organización de Estados Iberoamericanos – OEI (2008).** Aspectos jurídicos de



la gestión de pasivos ambientales. Bogotá, Colombia.: MAVDT & OEI.

**Colombia. Ministerio de la Protección Social (2008).** Resolución 1013 del 25 de marzo de 2008. Bogotá, Colombia.

**Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT (2010).** Plan nacional de aplicación del Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes COP, en la República de Colombia - PNA. Bogotá, Colombia.: MAVDT.

**Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Minambiente (2011).** Resolución 222 de 2011. Bogotá, Colombia.: Minambiente.

**Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Minambiente (2013).** Documento interno de trabajo sobre actualización del Manual técnico de bifenilos policlorados (PCB). Bogotá, Colombia.: Minambiente.

**Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Minambiente (2016).** Resolución 1741 de 2016. Bogotá, Colombia.: Minambiente.

**Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Universidad Central (2016).** Curso Virtual Gestión ambiental integral de los bifenilos policlorados - PCB. Bogotá, Colombia.: Minambiente & U. Central.

**Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales - DIAN (2016).** Documento de trabajo Establecimiento de un sistema de control para la importación de transformadores, condensadores y aceite dieléctrico para ser aplicado por las autoridades aduaneras y de comercio exterior. Bogotá, Colombia.: Minambiente & DIAN.

**Colombia. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo – MinCIT (2013).** Decreto 925 de 2013. Bogotá, Colombia.: MinCIT.

**Connetituc College - Concoll (2014).** Material Safety Data Polychlorinated Biphenyls (PCB). New London, EE.UU.: Environmental Health Department.

**Dobson S., van Esch G. (1993).** Environmental health criteria 140: polychlorinated biphenyls and Terphenyls. 2<sup>nd</sup> ed. Geneva, Switzerland.: World Health Organization – International Programme on Chemical Safety.

**España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente - MAGRAMA (2004).** Plan nacional de aplicación del Convenio de Estocolmo y el Reglamento 850 de 2004, sobre contaminantes orgánicos persistentes. Madrid, España.: Subdirección General de Calidad del Aire y Prevención de Riesgos.

**Fiedler H. (1998).** Polychlorinated Biphenyls (PCB): uses and environmental releases. Augsburg, Germany.: Bavarian Institute for Waste Research - BIfA GmbH & United Nations Environmental Program – Chemicals.

**Illinois Department of Public Health – IDPH (2009).** Environment Health, factsheets: polychlorinatedbiphenyls. Recuperado el día 10 de agosto de 2014: <http://www.idph.state.il.us/envhealth/factsheets/polychlorinatedbiphenyls.htm>

**Inter Organization Programme for the Sound Management of Chemicals – IOMC & United Nations Environmental Programme – UNEP (1999).** Guidelines for the identification of PCB and materials containing PCB. Geneve, Switzerland.: UNEP.

**Iwata, Tanabe, Sakai & Tatsukawa (1993).** Distribution of persistent organochlorine pollutants in the oceanic air and surface seawater and the role of ocean on their global transport and fate. Environ. Sci. Te-



chnol. 27, 1080-1098.: Iwata, Tanabe, Sakai, & Tatsukawa.

**LaGreca M., Buckingham P. & Evans J. (1996).** *Hazardous waste management.* London, United Kingdom.: McGraw- Hill.

**Martínez-Alier J. & O'Connor M. (1996).** *Ecological and economic distribution conflicts.* En: Constanza R., Segura O. & Martínez Alier J. (ed). *Getting down to earth: practical application of ecological economics.* Washington D.C., EE.UU.: Island Press.

**Monsanto (1995).** *Material Safety Data Polychlorinated Biphenyls (PCB).* Sant Louis, EE.UU.: Monsanto Company.

**Neumeier G. (1998).** *The technical life cycle of PCB's.* Kranjska Gora, Slovenia.: Workshop on Persistent Organic Pollutants.

**New Jersey Department of Health – NJHealth (2014).** *Derecho a Saber, hoja informativa sobre sustancias peligrosas: PCB.* New Jersey, EE.UU.: New Jersey Department of Health.

**Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA – Secretaría del Convenio de Estocolmo. (2001).** *Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes – COP. Enmendado en 2009.* Estocolmo, Suecia.: PNUMA.

**Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA (2008).** *Guía de aduanas verdes para Acuerdos Multilaterales Ambientales. Versión en español.* París, Francia.: PNUMA.

**Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA & Inter Organization Programme for the Sound Management of Chemicals – IOMC. (2002).** *Transformadores y condensadores con PCB: desde la gestión hasta la reclasificación y eliminación.* Geneve, Switzerland.: PNUMA & IOCM.

**República de Colombia (1991).** *Constitución Política de Colombia.* Bogotá, Colombia.

**Russi D. & Martínez-Alier J. (2002).** *Los pasivos ambientales.* En: *Revista de Ciencias Sociales.* Quito, Ecuador.: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales - FLACSO.

**U.S. Environmental Protection Agency – EPA (1993).** *PCB Fluorescent Light Fixtures.* Air and Toxic Division Region 10. Citado en UNEP, 1999. Washington D.C., USA. Recuperado el día 10 de agosto de 2014: <http://www.epa.gov/epawaste/hazard/tsd/PCB/pubs/ballasts.htm>.: EPA.

**U.S. Environmental Protection Agency – EPA (1998).** *PCB transformers reclassification act.* En: *Polychlorinated Biphenyls.* Recuperado el día 10 de agosto de 2014: <http://www.epa.gov/epawaste/hazard/tsd/PCB/pubs/aroclor.htm>.: EPA.

**U.S. Environmental Protection Agency – EPA (2000).** *Ley de Planificación de Emergencias y del Derecho a Saber de la Comunidad.* Spanish version. USA.: EPA.

**U.S. Environmental Protection Agency – EPA (2013).** *Aroclor and Other PCB Mixtures.* En: *Polychlorinated Biphenyls, basic information.* Recuperado el día 10 de agosto de 2014: <http://www.epa.gov/epawaste/hazard/tsd/PCB/pubs/aroclor.htm>. EPA.

**Valle E. & Cruz M. (1997).** *Problemática de los bifenilos policlorados (PCB) en México.* En: *Boletín IIE, septiembre – octubre de 1997.* México D.F., México.: Instituto de Investigaciones Eléctricas – Secretaría de Energía.

**Vallejo M & Baena C. (2007).** *Toxicología Ambiental.* Bogotá, Colombia.: Grupo Empresarial Wills Ltda.

**World Health Organization – WHO (2014).** *Las dioxinas y sus efectos en la salud.* En: *nota descriptiva No. 225, mayo de 2014.* Recuperado el día 17 de agosto de: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs225/es/>

