



---

**Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea  
sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos  
de los Desechos Peligrosos y su Eliminación  
12ª reunión**

Ginebra, 4 a 15 de mayo de 2015

Tema 4 b) i) del programa

**Cuestiones relacionadas con la aplicación del Convenio:  
asuntos científicos y técnicos: directrices técnicas**

## **Directrices técnicas**

### **Directrices técnicas sobre la gestión ambientalmente racional de los desechos consistentes en bifenilos policlorados, terfenilos policlorados o bifenilos polibromados, incluido el hexabromobifenilo, que los contengan o estén contaminados con ellos**

#### **Nota de la Secretaría**

En su 12ª reunión, la Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación aprobó, mediante la decisión BC-12/3 sobre las directrices técnicas para la gestión ambientalmente racional de los desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes, que los contengan o estén contaminados con ellos, las directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los desechos consistentes en bifenilos policlorados, terfenilos policlorados o bifenilos polibromados, incluido el hexabromobifenilo que los contengan o estén contaminados con ellos, sobre la base del proyecto de directrices técnicas contenido en el documento UNEP/CHW.12/5/Add.5. Las directrices técnicas a que se hace referencia anteriormente fueron elaboradas por el Japón, en su condición de encargado principal de esa labor, en estrecha consulta con el pequeño grupo de trabajo entre reuniones sobre la elaboración de las directrices técnicas sobre los desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes y teniendo en consideración las observaciones recibidas de las Partes y otras entidades, así como las observaciones formuladas en la novena reunión del Grupo de Trabajo de composición abierta del Convenio de Basilea. Las directrices técnicas volvieron a revisarse el 10 de abril de 2015, teniendo en consideración las observaciones recibidas de las Partes y otras entidades hasta el 23 de enero de 2015, así como los resultados de la reunión presencial del pequeño grupo de trabajo entre reuniones sobre la elaboración de las directrices técnicas relativas a los desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes, celebrada del 17 al 19 de marzo de 2015 en Ottawa, Canadá (véase el documento UNEP/CHW.12/INF/12). El texto de la versión final de las directrices técnicas, tal como fue aprobado, figura en el anexo de la presente nota.

## **Anexo**

**Directrices técnicas para la gestión ambientalmente racional de los desechos consistentes en bifenilos policlorados, terfenilos policlorados o bifenilos polibromados, incluido el hexabromobifenilo, que los contengan o estén contaminados con ellos**

**Versión final revisada (15 de mayo de 2015)**

# Índice

Abreviaturas y siglas.....	5
Unidades de medida.....	5
<b>I. Introducción.....</b>	<b>6</b>
A.  Ámbito de aplicación.....	6
B.  Descripción, producción, utilización y desechos.....	6
1.  Descripción.....	6
a)  PCB.....	6
b)  PCT.....	7
c)  PBB.....	7
2.  Producción.....	8
a)  PCB.....	8
b)  PCT.....	9
c)  PBB.....	9
3.  Utilización.....	10
a)  PCB.....	10
b)  PCT.....	11
c)  PBB.....	11
4.  Desechos.....	12
<b>II. Disposiciones pertinentes de los convenios de Basilea y Estocolmo .....</b>	<b>12</b>
A.  Convenio de Basilea .....	12
B.  Convenio de Estocolmo.....	15
<b>III. Cuestiones previstas en el Convenio de Estocolmo que deben abordarse en cooperación con el Convenio de Basilea.....</b>	<b>17</b>
A.  Bajo contenido de COP .....	17
B.  Niveles de destrucción y transformación irreversible.....	17
C.  Métodos que constituyen una eliminación ambientalmente racional.....	17
<b>IV. Orientación sobre la gestión ambientalmente racional.....</b>	<b>17</b>
A.  Consideraciones generales.....	17
B.  Marco legislativo y reglamentario.....	17
C.  Prevención y reducción al mínimo de los desechos.....	18
D.  Determinación de los desechos .....	19
1.  Determinación .....	19
2.  Inventarios.....	20
E.  Muestreo, análisis y vigilancia .....	20
1.  Muestreo.....	20
2.  Análisis.....	21
3.  Vigilancia .....	23
F.  Manipulación, recolección, embalaje, etiquetado, transporte y almacenamiento.....	23
1.  Manipulación.....	23
2.  Recolección .....	23
3.  Embalaje.....	24

4.	Etiquetado.....	24
5.	Transporte.....	24
6.	Almacenamiento .....	25
G.	Eliminación ambientalmente racional.....	25
1.	Tratamiento previo.....	25
2.	Métodos de destrucción y transformación irreversible .....	25
3.	Otros métodos de eliminación para los casos en que la destrucción o la transformación irreversible no representan la opción preferible desde el punto de vista del medio ambiente.....	25
4.	Otros métodos de eliminación en casos de bajo contenido de COP .....	25
H.	Rehabilitación de los lugares contaminados .....	26
I.	Salud y seguridad.....	26
1.	Situaciones de mayor riesgo .....	26
2.	Situaciones de menor riesgo .....	26
J.	Respuesta en casos de emergencia .....	26
K.	Participación pública .....	26
	<b>Annex I: Synonyms and trade names for PCBs, PCTs, PBBs other than HBB and HBB.....</b>	<b>27</b>
	<b>Annex II: Bibliography .....</b>	<b>28</b>

## Abreviaturas y siglas

ABS	copolímeros de acrilonitrilo butadieno estireno (plásticos)
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas (Asociación Brasileña de Normas Técnicas)
AOAC	Association of Official Agricultural Chemists (Estados Unidos de América)
ASTM	American Society for Testing and Materials
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry (Estados Unidos de América)
CAS	Chemical Abstracts Service
CEPE	Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas
COP	contaminante orgánico persistente
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V. (Instituto Alemán de Normalización)
EN	norma europea
EPA	Environmental Protection Agency (Estados Unidos de América)
FET	Factor de Equivalencia tóxica
HBB	hexabromobifenilo
HCB	hexaclorobenceno
IPCS	Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas (de la OMS)
ISO	Organización Internacional de Normalización
JIS	norma industrial japonesa
NEN	Instituto Neerlandés de Normalización
NVN	norma holandesa
PBB	bifenilo polibromado
PBDD	dibenzoparadioxina polibromada
PBDF	dibenzofurano polibromado
PCB	bifenilo policlorado
PCDD	dibenzoparadioxina policlorada
PCDF	dibenzofurano policlorado
PCN	naftaleno policlorado
PCT	terfenilo policlorado
PeCB	pentaclorobenceno
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

## Unidades de medida

kg	kilogramo
mg	miligramo
Mg	megagramo (1.000 kg o 1 tonelada)
mg/kg	miligramo por kilogramo. Corresponde en masa a partes por millón (ppm).

## I. Introducción

### A. Ámbito de aplicación

1. El presente documento sustituye a las Directrices técnicas actualizadas para la gestión ambientalmente racional de los desechos consistentes en bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB), que los contengan o que estén contaminados con ellos de marzo de 2007.
2. En las presentes directrices técnicas se ofrece orientación sobre la gestión ambientalmente racional de los desechos consistentes en hexabromobifenilo (HBB), bifenilos polibromados (PBB), bifenilos policlorados (PCB) o terfenilos policlorados (PCT), que los contengan o estén contaminados con ellos, de conformidad con distintas decisiones de dos acuerdos multilaterales ambientales sobre productos químicos y desechos.<sup>1</sup> El PCB fue incluido en el anexo A del Convenio de Estocolmo al momento de su aprobación. El HBB fue incluido en el anexo A del Convenio de Estocolmo en 2009, a pesar de que la aprobación de una enmienda entró en vigor en 2010.
3. Las presentes directrices técnicas engloban a los PCT y los PBB junto con los PCT y PBB que no sean el HBB en una misma clase o categoría de sustancias, debido a las semejanzas entre las propiedades fisicoquímicas y toxicológicas de todas estas sustancias. Entre otros temas, las directrices técnicas abordan todas las actividades relativas a la gestión de desechos. Debe tenerse en cuenta que ni los PCT ni los PBB que no sean el HBB están sujetos actualmente al Convenio de Estocolmo.
4. Los PCB producidos de forma no intencional no son objeto de las presentes directrices técnicas, sino de las Directrices técnicas para la gestión ambientalmente racional de los desechos que contengan dibenzoparadióxinas policloradas (PCDD), dibenzofuranos policlorados (PCDF), hexaclorobenceno (HCB), bifenilos policlorados (PCB) o pentaclorobenceno (PeCB) producidos de forma no intencional, o estén contaminados con ellos (Directrices técnicas relativas a los contaminantes orgánicos persistentes de producción no intencional) (PNUMA, 2015).
5. El presente documento debe utilizarse conjuntamente con las *Directrices técnicas generales para la gestión ambientalmente racional de los desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes, que los contengan o estén contaminados con ellos* (PNUMA, 2015a) (en adelante “las directrices técnicas generales”). Las directrices técnicas generales tienen como propósito servir de guía general sobre la gestión ambientalmente racional de los desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes (COP), que los contengan o estén contaminados con ellos, y ofrece información más pormenorizada sobre la naturaleza e incidencia de los desechos consistentes en PCB, PCT o PBB, incluido el HBB, que los contengan o estén contaminados con ellos, a los efectos de su determinación y gestión.

### B. Descripción, producción, utilización y desechos

#### 1. Descripción

##### a) PCB

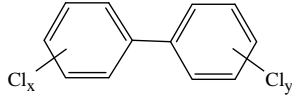
6. Los PCB son compuestos aromáticos sintéticos formados de tal manera que los átomos de hidrógeno de la molécula de bifenilo (dos anillos de benceno unidos por un solo enlace carbono-carbono) pueden ser sustituidos por hasta diez átomos de cloro. En la figura 1 a continuación, se muestra la estructura química básica de los PCB; la fórmula molecular general de los PCB es  $C_{12}H_{10-n}Cl_n$ , donde  $n=1-10$  (Nº de CAS 1336-36-3). En teoría existen 209 congéneres, aunque en la práctica solo se han encontrado unos 130 congéneres en formulaciones químicas comerciales (Holoubek, 2000). Lo normal es que de cuatro a seis de los diez posibles sitios de sustitución estén ocupados por un átomo de cloro (Environment Canada, 1988). En el caso de los fluidos dieléctricos se

---

<sup>1</sup> Las decisiones V/8, VI/23, VII/13 y VIII/16, BC-10/9, BC-11/3 y BC-12/3 de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación; las decisiones OEWG-I/4, OEWG-II/10, OEWG-III/8, OEWG-IV/11, OEWG-V/12, OEWG-8/5 y OEWG-9/3 del Grupo de Trabajo de composición abierta del Convenio de Basilea; la resolución 5 de la Conferencia de Plenipotenciarios del Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes; las decisiones INC-6/5 e INC-7/6 del Comité Intergubernamental de Negociación de un instrumento internacional jurídicamente vinculante para la aplicación de medidas internacionales respecto de ciertos contaminantes orgánicos persistentes y las decisiones SC-1/21, SC-2/6 y SC-4/13 de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes.

usan mezclas de PCB compuestas principalmente por homólogos triclorados, tetraclorados o pentaclorados. En cuanto a las propiedades físicas, por ejemplo, el Aroclor 1254, nombre comercial de uno de los productos más conocidos dentro de las mezclas de PCB de uso comercial compuestas principalmente por pentaclorobifenilos, tiene un punto de ebullición de 365 °C a 390 °C, una densidad relativa (a 25 °C) de 1,54 g/cm<sup>3</sup>, una presión de vapor (a 25 °C) de 0,010 Pa, una solubilidad en agua (a 24 °C) de 0,057 mg/L, y a temperatura normal es un líquido viscoso (US ATSDR, 2000). Los congéneres más clorados de los PCB son prácticamente insolubles en agua y muy resistentes a la degradación.

**Figura 1:** Estructura química de los PCB



7. Los PCB son estables al calor y a la biodegradación, por lo que, una vez liberados al medio ambiente, son persistentes y se acumulan en los componentes orgánicos de suelos, sedimentos, tejidos biológicos y carbonos orgánicos disueltos en los sistemas acuáticos y, de ese modo, ingresan en la cadena alimentaria ecológica. Los PCB se acumulan especialmente en los peces y mamíferos marinos, alcanzando niveles que pueden ser miles de veces más altos que en el agua. La población general puede estar expuesta a los PCB al ingerir alimentos contaminados e inhalar aire contaminado. Los PCB se transportan del suelo y los sedimentos a la atmósfera y pueden circular fácilmente entre el aire, el agua y el suelo y pasar al aire mediante evaporación tanto desde suelo como desde el agua. En el aire los PCB pueden recorrer largas distancias y se han encontrado en la nieve y en el agua de mar en zonas muy lejanas de los lugares donde se liberaron, tales como el Ártico (ATSDR, 2000).

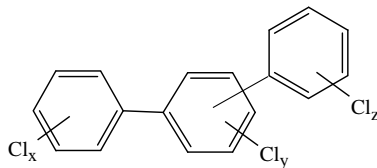
8. La Organización Mundial de la Salud ha asignado factores de equivalencia tóxica (FET) a 12 congéneres de los PCB, ya que presentan una toxicidad parecida a la de las dioxinas (van den Berg *et al.*, 2006).

9. Los PCB, entre ellos los mencionados 12 congéneres de toxicidad parecida a la de las dioxinas, figuran como carcinógenos para los seres humanos (grupo 1) en la clasificación del Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC, 2014).

#### b) PCT

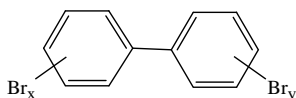
10. Los PCT también constituyen un grupo de hidrocarburos halogenados. Son muy parecidos a los PCB en cuanto a su estructura química, salvo que contienen tres anillos de fenilos en lugar de dos, por lo que pueden tener hasta 14 átomos de cloro enlazados. El número de posibles congéneres de los PCT es elevado, pero solo unos pocos se presentan en formulaciones químicas comerciales. Los PCT y los PCB poseen propiedades químicas y físicas parecidas. Los PCT son prácticamente insolubles en agua y muy resistentes a la degradación. Una diferencia entre los PCT y los PCB es que los primeros, por lo general, son menos volátiles. La estructura química básica de los PCT aparece representada a continuación en la figura 2. Los PCT tienen la fórmula molecular general C<sub>18</sub>H<sub>14-n</sub>Cl<sub>n</sub>, donde n=1-14 (N° de CAS 61788-33-8).

**Figura 2:** Estructura química de los PCT



#### c) PBB

11. Los PBB son los análogos bromados de los PCB y por ello existen 209 posibles congéneres de los PBB, aunque tan solo unos pocos están presentes en formulaciones químicas comerciales (IPCS, 1994). A temperatura ambiente son sustancias sólidas o cerosas. Además, son prácticamente insolubles en agua y muy resistentes a la degradación. La estructura química básica de los PBB aparece representada a continuación en la figura 3. Los PBB tienen la fórmula molecular general C<sub>12</sub>H<sub>10-n</sub>Br<sub>n</sub>, donde n=1-10).

**Figura 3:** Fórmula estructural de los PBB

12. El HHB pertenece a un grupo más amplio de PBB. Los congéneres hexabromados pueden existir en 42 formas isómeras, que están registradas con varios números de CAS, por ejemplo, N° de CAS 36355-01-8 para todos los isómeros del HBB y N° de CAS 59080-40-9 para los 2,2',4,4',5,5'-HBB. El HBB es blanco y sólido a temperaturas normales y tiene una presión de vapor de  $6,9 \times 10^{-6}$  Pa y un punto de ebullición de 72 °C (ATSDR, 2004).

13. A algunos PBB se les ha asignado factores de equivalencia tóxica similares a los de los PCB (van den Berg *et al.*, 2013).

14. En la clasificación del CIIC (CIIC, 2014), los PBB figuran como probablemente carcinógenos para los seres humanos (grupo 2A).

## 2. Producción

### a) PCB

15. Los PCB son excelentes en cuanto a propiedades dieléctricas, longevidad, incombustibilidad y resistencia a la degradación térmica y química. Por esta razón, antes de que las legislaciones nacionales los prohibiesen, se fabricaban para usarse en equipos eléctricos, intercambiadores de calor, sistemas hidráulicos y distintas aplicaciones especializadas de otra índole.

16. Los PCB se fabricaron sobre todo de 1930 a finales de 1977 en los Estados Unidos de América, hasta 1983 en China, hasta mediados de la década de 1980 en Europa, hasta 1993 en la Federación Rusa y de 1954 a 1972 en el Japón.<sup>2</sup>

17. Los PCB se cloraban de forma continua hasta alcanzar el porcentaje de cloro en función del peso que se hubiese establecido como objetivo. Los PCB fabricados se usaban como aceites aislantes y como medio de transmisión térmica. Los equipos eléctricos pueden contener concentraciones de PCB particularmente elevadas (por ejemplo, los condensadores pueden ser llenados hasta un 100 % con PCB y los transformadores entre un 60 % y un 70 %, aproximadamente). Además, se añadían pequeñas cantidades de PCB a tintas, plásticos, pinturas, selladores, adhesivos y disolventes de pigmentos para papel de autocopio. A temperatura ambiente, los PCB añadidos a estos productos son en su mayoría líquidos oleosos o sólidos cerosos.

18. A continuación se enumeran los principales nombres comerciales de productos a base de PCB (para una lista más detallada de nombres comerciales de PBB y un análisis de los nombres comerciales para la determinación en los inventarios, véanse el anexo I de las presentes directrices y la sección IV.D, respectivamente):

- a) Apirolio (Italia);
- b) Aroclor (Estados Unidos y Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte);
- c) Askarel (Estados Unidos y Reino Unido);
- d) Clophen (Alemania);
- e) Delor (Checoslovaquia);
- f) Elaol (Alemania);
- g) Fenchlor (Italia);
- h) Inerteen (Estados Unidos);
- i) Kanechlor (Japón);
- j) Phenoclor (Francia);
- k) Pyralene (Francia);

<sup>2</sup> La producción estimada y el periodo de fabricación de los PCB aparecen resumidos en el cuadro 1 del documento UNEP/POPS/COP.7/INF/9.



- l) Pyranol (Estados Unidos);
- m) Pyroclor (Estados Unidos y Reino Unido);
- n) Santotherm (Japón);
- o) Sovol (antigua Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas [URSS]);
- p) Sovtol (antigua URSS).

19. En la serie del Aroclor, la palabra Aroclor va seguida de cuatro dígitos. Los dos primeros son 10 o 12. El número 12 indica un Aroclor normal y el número 10 un producto de destilación de un Aroclor. Los dos dígitos siguientes indican el porcentaje ponderal de cloro de la mezcla. Por tanto, el Aroclor 1254 contiene aproximadamente 54 % de cloro en peso.

20. Los productos y artículos comerciales con PCB se vendían por sus propiedades industriales más que por su composición química (IPCS, 1992). Contenían algunas impurezas y solían mezclarse con disolventes como el triclorobenceno y el tetraclorobenceno. Los PCB mezclados con triclorobencenos y tetraclorobencenos se denominaban askarel. Los contaminantes presentes en las mezclas comerciales solían ser dibenzofuranos policlorados y naftalenos clorados. En los estudios realizados se han encontrado de 0,8 a 40 mg/kg de PCDF en mezclas comerciales de PCB (IPCS, 1992). En algunos procesos térmicos y químicos también se generan PCB de forma no intencional.

21. Se calcula que a nivel mundial se fabricaron en total de 1 a 1,5 millones de toneladas de PCB.<sup>3</sup>

#### b) PCT

22. Los PCT se fabricaban en cantidades mucho más pequeñas que los PCB. Recibían el mismo nombre comercial que estos, o parecido, y tenían las mismas aplicaciones, aunque la mayoría se usaba en ceras, plásticos, fluidos para maquinaria hidráulica, pinturas y adhesivos (Jensen y Jørgensen, 1983). En los Estados Unidos, los PCT de la serie Aroclor se identificaban con los dígitos 54 en los dos primeros lugares del código de cuatro cifras, por ejemplo, Aroclor 5432, 5442 y 5460 (IPCS, 1992). Para más ejemplos de nombres comerciales y un análisis del uso de los nombres comerciales en la definición y los inventarios, véanse el anexo I de las presentes directrices y la sección IV.D, respectivamente.

23. Dos ejemplos de nombres comerciales del PCB son Aroclor (Estados Unidos) y Kanechlor KC-C (Japón).

24. Los PCT se producían en Alemania, los Estados Unidos, Francia, Italia y el Japón hasta comienzos de la década de 1980, época en que al parecer cesó toda la producción de las sustancias. Se calcula que entre 1955 y 1980 se produjeron en el mundo 60.000 toneladas de PCT (CEPE, 2002).

#### c) PBB

25. Los PBB presentan una estabilidad química fuera de lo común y son estables en ácidos, bases, calor y agentes reductores y oxidantes. Sin embargo, en las reacciones químicas, el bromo es un mejor grupo saliente que el cloro (IPCS, 1994), de ahí que los PBB se fabricaran principalmente para usarse como piroretardantes.

26. Se calcula que a nivel mundial se fabricaron al menos 11.000 toneladas de PBB, aunque no se dispone de datos sobre la producción de algunos de los países productores de PBB (IPCS, 1994). En los Estados Unidos los PBB empezaron a producirse con fines comerciales en 1970, y de 1970 a 1976 se produjeron aproximadamente 6.000 toneladas. El primer compuesto de PBB que se produjo en los Estados Unidos fue el HBB, pero su producción se discontinuó en 1975. El HBB en los Estados Unidos recibió el nombre comercial de FireMaster y su producción constituyó el 88 % aproximadamente de la producción total de PBB (ATSDR, 2004). En el Reino Unido también se fabricaron PBB hasta 1977 y en Alemania hasta mediados de la década de 1980; en Japón nunca se produjeron, pero se importaron a ese país hasta 1978. Al parecer, la producción mundial de PBB cesó definitivamente cuando dejó de fabricarse decabromobifenilo en Francia en el año 2000 (PNUMA, 2006).

27. Los PBB producidos para usos comerciales son mezclas de diversos bifenilos bromados que contienen principalmente HBB y octabromobifenilos, nonabromobifenilos y decabromobifenilos, así como otros congéneres de PBB (IPCS, 1994). Todas las mezclas comerciales de PBB eran

<sup>3</sup> <http://chm.pops.int/Implementation/PCBs/Overview/tabid/273/Default.aspx>

relativamente muy bromadas, con contenidos de bromo que oscilaban aproximadamente del 76 % de HBB a 81-85 % en mezclas de octabromobifenilo a decabromobifenilo (IPCS, 1994; IARC, 2014).

28. En el cuadro 1 a continuación se enumeran los principales nombres comerciales de productos a base de PBB (para una lista más detallada de nombres comerciales de PBB y un análisis de los nombres comerciales para la determinación en los inventarios, véanse el anexo I de las presentes directrices y la sección IV.D, respectivamente):

**Cuadro 1:** Principales constituyentes, nombres comerciales y países de origen<sup>4</sup>

Principales congéneres de PBB	Nombre comercial	País donde se producía el producto químico
Hexabromobifenilos	FireMaster FF-1	Estados Unidos
	FireMaster BP-6	Estados Unidos
Octabromobifenilos	BB-8	
	Bromkal 80	Alemania
	Bromkal 80-9D	Alemania
	Octabromobiphenyl FR 250 13A	Estados Unidos
	Technical octabromobiphenyl	Estados Unidos
Decabromobifenilo	Adine 0102	Francia
	Berkflam B-10	Reino Unido
	Flammex B-10	Reino Unido
	HFO 101	Reino Unido
	Technical Decabromobiphenyl	Estados Unidos

### 3. Utilización

#### a) PCB

29. Los PCB se utilizaban en una variedad muy amplia de aplicaciones industriales y de consumo. La OMS catalogó estas aplicaciones como completamente cerradas, nominalmente cerradas y abiertas (IPCS 1992) e incluían lo siguiente:

- a) Sistemas completamente cerrados:
  - i) Transformadores eléctricos;
  - ii) Condensadores eléctricos (incluidas las reactancias de lámparas fluorescentes);
  - iii) Interruptores, relés, disyuntores, reconectores y otros dispositivos eléctricos;
  - iv) Cables eléctricos;
  - v) Aisladores eléctricos;
  - vi) Inductores eléctricos;
  - vii) Reguladores de tensión;
  - viii) Motores eléctricos y electroimanes (cantidades muy pequeñas);
- b) Sistemas nominalmente cerrados:
  - i) Sistemas hidráulicos;
  - ii) Sistemas de transmisión térmica (calentadores, intercambiadores de calor);
  - iii) Bombas de vacío;

<sup>4</sup> IPCS, 1994; IARC, 2014.

- iv) Bombas de difusión de vapor;
- c) Sistemas abiertos:
  - i) Plastificante en el cloruro de polivinilo, el neopreno y otros cauchos artificiales;
  - ii) Ingrediente de pinturas y otros materiales de recubrimiento;
  - iii) Ingrediente de tintas y papel de autocopia;
  - iv) Ingrediente de adhesivos;
  - v) Diluyente de plaguicidas;
  - vi) Ingrediente de selladores y material de calafateo;
  - vii) Pirorretardante en telas, alfombras, espuma de poliuretano, etc.;
  - viii) Lubricantes (aceites de inmersión para microscopía, forros de frenos, aceites de corte, apoyos para puentes y lubricantes de otro tipo).

30. Si bien los transformadores eléctricos que contienen PCB están catalogados como aplicación “completamente cerrada”, a causa de determinadas prácticas industriales esos PCB pasaron a otros tipos de equipo, lo que generó más puntos de contacto con el medio ambiente. Una práctica común era la de rellenar o recargar con PCB los transformadores que no contenían PCB (sino aceite mineral) cuando no se disponía de otro fluido.

31. También se añadieron o eliminaron aceites con PCB junto con fluidos que no contenían PCB, como fluidos de calefacción o refrigerantes, fluidos para maquinaria hidráulica, líquidos de frenos, lubricantes de motores y combustibles sin especificación. Abundan los testimonios anecdóticos de empleados de empresas eléctricas que se lavaban las manos con líquidos con PCB y se los llevaban a casa para utilizarlos como lubricantes en calefactores domésticos, instalaciones hidráulicas y motores. Dado que la mayoría de las reactancias de lámparas fluorescentes fabricadas antes de la prohibición de los PCB contenían estos productos químicos, muchos hogares y negocios que instalaban lámparas fluorescentes adquirían PCB sin saberlo.

#### b) PCT

32. Las aplicaciones de los PCT eran casi exactamente las mismas que las de los PCB, aunque en cantidades mucho más pequeñas. Sin embargo, no se conoce mucho de las cantidades restantes de PCT porque no se han elaborado inventarios de PCT (CEPE, 2002). Sí se sabe que se usaron cantidades muy pequeñas de PCT en equipos eléctricos (Jensen y Jørgensen, 1983).

#### c) PBB

33. Estas sustancias se usaban sobre todo como retardantes de llama. Los PBB son un retardante de llama de tipo aditivo. Mezclados con un sólido seco o un líquido polimérico, actúan a modo de filtro retrasando la aparición de la llama mediante el bromuro de hidrógeno que liberan al prenderse. Los PBB también pueden usarse como activadores de color en compuestos fotosensibles, agentes de control de la masa molecular relativa del polibutadieno, conservantes de la madera, agentes estabilizadores de tensión en el aislamiento eléctrico y fluidos funcionales, como por ejemplo los medios dieléctricos (IPCS, 1994).

34. En los Estados Unidos y el Canadá, el FireMaster se usaba como retardante de llama en tres productos comerciales principales: termoplásticos de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) (con 10% de PBB) para carcasas de maquinaria de oficina, equipos industriales (por ejemplo, cubiertas de motores) y productos electrónicos (por ejemplo, piezas de aparatos de radio y televisores); como retardante de llama en recubrimientos y lacas, y en espumas de poliuretano para tapicerías de automóvil. De las 2.200 toneladas de HBB que, según se estima, se produjeron en 1974, unas 900 toneladas se usaron en productos plásticos a base de ABS y una cantidad aún mayor en revestimientos para cables. El decabromobifenilo Adine 0102 se usaba como retardante de llama en termoplásticos y materiales termofraguables (por ejemplo, en poliésteres, resinas epóxicas, poliestireno, ABS, poliolefinas y PVC), elastómeros (por ejemplo, elastómeros de poliuretano y hule) y en materiales celulósicos (por ejemplo, en aglomerados), así como en pinturas y barnices (IPCS, 1994).

35. Más recientemente, se han encontrado PBB predominantemente con bajos contenidos de bromo en desechos electrónicos tales como revestimientos de cables, polvo de relleno para componentes electrónicos y placas de circuitos integrados, lo que sugiere que se ha utilizado en dichos equipos (Zhao *et al.*, 2008; IARC, 2014).

#### 4. Desechos

36. Los desechos consistentes en PCB, PCT o PBB, que los contienen o están contaminados con ellos (en adelante “desechos de PCB, PCT o PBB”) pueden estar presentes en:

- a) Equipos que contengan PCB o estén contaminados con ellos (condensadores, disyuntores, cables eléctricos, motores eléctricos, electroimanes, aparatos de transmisión térmica, instalaciones hidráulicas, interruptores, transformadores, bombas de vacío, reguladores de tensión);
- b) Disolventes contaminados con PCB o PCT;
- c) Vehículos de desecho y fracciones ligeras de trituración (pelusas) que contengan PCB o estén contaminados con ellos;
- d) Desechos de demolición que contengan PCB o estén contaminados con ellos (materiales pintados, solados a base de resinas, selladores, acristalamientos estancos);
- e) Aceites consistentes en PCB, que los contengan o estén contaminados con ellos (fluidos dieléctricos, fluidos de transmisión térmica, fluidos para maquinaria hidráulica, aceites de motor);
- f) Cables eléctricos aislados con polímeros que contengan PCB o PBB o estén contaminados con ellos;
- g) Suelos y sedimentos, rocas y áridos (por ejemplo, fondo rocoso excavado, grava, escombros) contaminados con PCB, PCT o PBB;
- h) Fango residual contaminado con PCB, PCT o PBB;
- i) Plásticos que contengan PBB o estén contaminados con ellos y equipos que contengan esos materiales;
- j) Extintores que contengan PBB o estén contaminados con ellos;
- k) Contenedores y materiales absorbentes contaminados por la manipulación, embalaje, transporte o almacenamiento de desechos de PCB, PCT o PBB.

37. Debe tenerse en cuenta que las categorías antes mencionadas se aplican sobre todo a los PCB que se fabricaron en cantidades mucho mayores que los PCT y los PBB y que están almacenados como desechos en espera de eliminación. Los PCT y los PBB rara vez se encuentran en grandes cantidades, por lo que tienen pocas posibilidades de formar grandes acumulaciones de desechos. Ahora bien, dado que los PBB se usaban en productos electrotécnicos y piezas de automóviles, es posible que los productos de este tipo, si fueron fabricados antes de 2000, contengan PBB. Los PBB también pueden estar presentes en residuos de desguace generados durante el reciclado de vehículos de desecho y desechos eléctricos y electrónicos (DEE).

## II. Disposiciones pertinentes de los convenios de Basilea y Estocolmo

### A. Convenio de Basilea

38. En el artículo 1 (“Alcance del Convenio”) se definen los tipos de desechos que son objeto del Convenio de Basilea. En el apartado 1 a) de ese artículo se establece un proceso de dos etapas para determinar si un “desecho” es “desecho peligroso” a los efectos del Convenio: en primer lugar, el desecho debe pertenecer a cualquiera de las categorías enumeradas en el anexo I del Convenio (“Categorías de desechos que hay que controlar”), y en segundo lugar, el desecho debe tener al menos una de las características descritas en el anexo III del Convenio (“Lista de características peligrosas”).

39. En el anexo I del Convenio se enumeran algunos de los desechos que pueden consistir en PCB y PCT, contenerlos o estar contaminados con ellos, a saber:

- a) Y6: Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos;
- b) Y8: Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados;
- c) Y9: Mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua;
- d) Y10: Sustancias y artículos de desecho que contengan, o estén contaminados por bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB);

- e) Y11: Residuos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirolítico;
- f) Y12: Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices;
- g) Y13: Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos;
- h) Y14: Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan;
- i) Y18: Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales;
- j) Y39: Fenoles, compuestos fenólicos, con inclusión de clorofenoles;
- k) Y41: Solventes orgánicos halogenados;
- l) Y42: Disolventes orgánicos, con exclusión de los disolventes halogenados;
- m) Y45: Compuestos organohalogenados, que no sean las sustancias mencionadas en el presente anexo (por ejemplo, Y39, Y41, Y42, Y43, Y44).

40. En el anexo I del Convenio se enumeran algunos de los desechos que pueden consistir en PBB, contenerlos o estar contaminados con ellos, a saber:

- a) Y10: Sustancias y artículos de desecho que contengan, o estén contaminados por bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB);
- b) Y12: Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices;
- c) Y13: Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos;
- d) Y14: Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan;
- e) Y18: Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales;
- f) Y41: Solventes orgánicos halogenados;
- g) Y42: Disolventes orgánicos, con exclusión de los disolventes halogenados;
- h) Y45: Compuestos organohalogenados, que no sean las sustancias mencionadas en el presente anexo (por ejemplo, Y39, Y41, Y42, Y43, Y44).

41. Se supone que los desechos enumerados en el anexo I presentan una o varias de las características peligrosas descritas en el anexo III, las cuales pueden ser H4.1 "Sólidos inflamables", H6.1 "Tóxicos (venenos) agudos", H11 "Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos)", H12 "Ecotóxicos" o H13 "Sustancias que pueden, después de su eliminación, dar origen a otra sustancia peligrosas", a menos que, mediante "pruebas nacionales", se pueda demostrar que no presentan esas características. Las pruebas nacionales pueden ser útiles para detectar una característica peligrosa en particular de las incluidas en el anexo III hasta el momento en que se defina plenamente la característica peligrosa. La Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea, en sus reuniones sexta y séptima, aprobó con carácter provisional documentos de orientación para las características peligrosas H11, H12 y H13 del anexo III.

42. En la lista A del anexo VIII se enumeran los desechos que "están caracterizados como peligrosos de conformidad con el apartado a) del párrafo 1 del artículo 1 del presente Convenio" aunque la "inclusión de un desecho en el anexo VIII no obsta para que se use el anexo III [características peligrosas] para demostrar que un desecho no es peligroso" (Anexo I, párrafo b)). De las categorías de desechos incluidas en el anexo VIII, las siguientes en particular se aplican a los PCB, PCT o PBB:

- a) A1180: Montajes eléctricos y electrónicos de desecho o restos<sup>5</sup> de estos que contengan componentes como acumuladores y otras baterías incluidos en la lista A, interruptores de mercurio,

<sup>5</sup> En esta entrada no se incluyen restos de montajes de generación de energía eléctrica.

vidrios de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados y condensadores de PCB, o contaminados con constituyentes del anexo I (por ejemplo, cadmio, mercurio, plomo, bifenilo policlorado) en tal grado que posean alguna de las características del anexo III (véase la entrada correspondiente de la lista B, B1110)<sup>6</sup>;

b) A3180: Desechos, sustancias y artículos que contienen, consisten o están contaminados con bifenilo policlorado (PCB), terfenilo policlorado (PCT), naftaleno policlorado (PCN) o bifenilo polibromado (PBB), o cualquier otro compuesto polibromado análogo, con una concentración igual o superior a 50 mg/kg<sup>7</sup>.

43. En la lista A del anexo VIII figuran algunos desechos o categorías de desechos que tienen posibilidades de contener PCB o PCT, o estar contaminados con ellos, a saber:

- a) A1090: Cenizas de la incineración de cables de cobre recubiertos;
- b) A1100: Polvos y residuos de los sistemas de depuración de gases de las fundiciones de cobre;
- c) A2040: Yeso de desecho procedente de procesos de la industria química, si contiene constituyentes del anexo I en tal grado que presente una característica peligrosa del anexo III (véase la entrada correspondiente en la lista B, B2080);
- d) A2060: Cenizas volantes de centrales eléctricas de carbón que contengan sustancias del anexo I en concentraciones tales que presenten características del anexo III (véase la entrada correspondiente en la lista B, B2050);
- e) A3020: Aceites minerales de desecho no aptos para el uso al que estaban destinados;
- f) A3040: Desechos de líquidos térmicos (transferencia de calor);
- g) A3050: Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos, excepto los desechos especificados en la lista B (véase el apartado correspondiente en la lista B, B4020);
- h) A3070: Desechos de fenoles, compuestos fenólicos, incluido el clorofenol en forma de líquido o lodo;
- i) A3120: Pelusas - fragmentos ligeros resultantes del desmenuzamiento;
- j) A3150: Desechos de disolventes orgánicos halogenados;
- k) A3160: Desechos resultantes de residuos no acuosos de destilación halogenados o no halogenados derivados de operaciones de recuperación de disolventes orgánicos;
- l) A4070: Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices, con exclusión de los desechos especificados en la lista B (véase el apartado correspondiente de la lista B, B4010);
- m) A4100: Desechos resultantes de la utilización de dispositivos de control de la contaminación industrial para la depuración de los gases industriales, pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B;
- n) A4130: Envases y contenedores de desechos que contienen sustancias incluidas en el anexo I, en concentraciones suficientes como para mostrar las características peligrosas del anexo III;
- o) A4140: Desechos consistentes o que contengan productos químicos que no responden a las especificaciones o caducados<sup>8</sup> correspondientes a las categorías del anexo I, y que muestran las características peligrosas del anexo III;
- p) A4150: Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan;
- q) A4160: Carbono activado consumido no incluido en la lista B (véase el correspondiente apartado de la lista B, B2060).

<sup>6</sup> PCB presentes a un nivel de concentración igual o superior a 50 mg/kg.

<sup>7</sup> Se considera que el nivel de 50 mg/kg es un nivel práctico internacional para todos los desechos. Sin embargo, muchos países han establecido en sus normas niveles más bajos (por ejemplo, 20 mg/kg) para determinados desechos.

<sup>8</sup> "Caducados" significa no utilizados durante el período recomendado por el fabricante.

44. En la lista A del anexo VIII figuran algunos desechos o categorías de desechos que tienen posibilidades de contener PBB o estar contaminados con ellos, a saber:

- a) A3050: Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos, excepto los desechos especificados en la lista B (véase el apartado correspondiente en la lista B, B4020);
- b) A3150: Desechos de disolventes orgánicos halogenados;
- c) A3160: Desechos resultantes de residuos no acuosos de destilación halogenados o no halogenados derivados de operaciones de recuperación de disolventes orgánicos;
- d) A4070: Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices, con exclusión de los desechos especificados en la lista B (véase el apartado correspondiente de la lista B, B4010);
- e) A4100: Desechos resultantes de la utilización de dispositivos de control de la contaminación industrial para la depuración de los gases industriales, pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B;
- f) A4130: Envases y contenedores de desechos que contienen sustancias incluidas en el anexo I, en concentraciones suficientes como para mostrar las características peligrosas del anexo III;
- g) A4140: Desechos consistentes o que contengan productos químicos que no responden a las especificaciones o caducados<sup>8</sup> correspondientes a las categorías del anexo I, y que muestran las características peligrosas del anexo III;
- h) A4150: Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan;
- i) A4160: Carbono activado consumido no incluido en la lista B (véase el correspondiente apartado de la lista B, B2060).

45. En la lista B del anexo IX del Convenio se enumeran algunos desechos que “no estarán sujetos a lo dispuesto en el apartado a) del párrafo 1 del Artículo 1 del Convenio de Basilea, a menos que contengan materiales incluidos en el anexo I en una cantidad tal que les confiera una de las características del anexo III.”

46. En la lista B del anexo IX se enumeran algunos desechos o categorías de desechos que tienen posibilidades de contener PCB o PCT y sus sustancias relacionadas, o estar contaminados con ellos, a saber:

- a) B1100: Desechos que contienen metales resultantes de la fusión, refundición y refinación de metales.<sup>9</sup>

47. En la lista B del anexo IX figuran algunos desechos o categorías de desechos que tienen posibilidades de contener PBB, o estar contaminados con ellos, a saber:

- a) B3010: Desechos de resinas curadas o productos de condensación y desechos de polímeros fluorados;<sup>10</sup>
- b) B3030: Desechos de textiles.<sup>11</sup>

48. Para más información, véase la sección II.A de las directrices técnicas generales.

## B. Convenio de Estocolmo<sup>12</sup>

49. Las presentes directrices técnicas abarcan los PCB y el HBB producidos intencionalmente cuya fabricación y utilización deben cesar de conformidad con los artículos 3 y 6 y el anexo A del Convenio de Estocolmo.

50. En la parte I del anexo A del Convenio no se incluye ninguna exención para la producción o el uso del HBB.

<sup>9</sup> Véase el anexo IX del Convenio de Basilea para consultar la descripción completa de esta entrada.

<sup>10</sup> *Ibid.*

<sup>11</sup> *Ibid.* 9.

<sup>12</sup> Esta sección no se aplica a los PCT ni a los PBB que no sean HBB.

51. En la parte II del anexo A (“Bifenilos policlorados”) se exponen los requisitos específicos respecto de los PCB, como se indica a continuación:

“Cada Parte deberá:

- a) Con respecto a la eliminación del uso de los bifenilos policlorados en equipos (por ejemplo, transformadores, condensadores u otros receptáculos que contengan existencias de líquidos) a más tardar en 2025, con sujeción al examen que haga la Conferencia de las Partes, adoptar medidas de conformidad con las siguientes prioridades:
  - i) Realizar esfuerzos decididos por identificar, etiquetar y retirar de uso todo equipo que contenga más del 10% de bifenilos policlorados y volúmenes superiores a 5 litros;
  - ii) Realizar esfuerzos decididos por identificar, etiquetar y retirar de uso todo equipo que contenga más de un 0,05% de bifenilos policlorados y volúmenes superiores a los 5 litros;
  - iii) Esforzarse por identificar y retirar de uso todo equipo que contenga más de un 0,005% de bifenilos policlorados y volúmenes superiores a 0,05 litros;
- b) Conforme a las prioridades mencionadas en el apartado a), promover las siguientes medidas de reducción de la exposición y el riesgo a fin de controlar el uso de los bifenilos policlorados:
  - i) Utilización solamente en equipos intactos y estancos y solamente en zonas en que el riesgo de liberación en el medio ambiente pueda reducirse a un mínimo y la zona de liberación pueda descontaminarse rápidamente;
  - ii) Eliminación del uso en equipos situados en zonas relacionadas con la producción o la elaboración de alimentos o alimentos para animales;
  - iii) Cuando se utilicen en zonas densamente pobladas, incluidas escuelas y hospitales, adopción de todas las medidas razonables de protección contra cortes de electricidad que pudiesen dar lugar a incendios e inspección periódica de dichos equipos para detectar toda fuga;
- c) Sin perjuicio de lo dispuesto en el párrafo 2 del artículo 3, velar por que los equipos que contengan bifenilos policlorados, descritos en el apartado a), no se exporten ni importen salvo para fines de gestión ambientalmente racional de desechos;
- d) Excepto para las operaciones de mantenimiento o reparación, no permitir la recuperación para su reutilización en otros equipos que contengan líquidos con una concentración de bifenilos policlorados superior al 0,005%;
- e) Realizar esfuerzos destinados a lograr una gestión ambientalmente racional de desechos de los líquidos que contengan bifenilos policlorados y de los equipos contaminados con bifenilos policlorados con un contenido de bifenilos policlorados superior al 0,005%, de conformidad con el párrafo 1 del artículo 6, tan pronto como sea posible, pero a más tardar en 2028, con sujeción al examen que haga la Conferencia de las Partes;
- f) En lugar de lo señalado en la nota ii) de la parte I del presente anexo, esforzarse por identificar otros artículos que contengan más de un 0,005% de bifenilos policlorados (por ejemplo, revestimientos de cables, calafateado curado y objetos pintados) y gestionarlos de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 1 del artículo 6;
- g) Preparar un informe cada cinco años sobre los progresos alcanzados en la eliminación de los bifenilos policlorados y presentarlo a la Conferencia de las Partes con arreglo al artículo 15”.

52. Para más información, véase la sección II.B de las directrices técnicas generales.



### **III. Cuestiones previstas en el Convenio de Estocolmo que deben abordarse en cooperación con el Convenio de Basilea<sup>13</sup>**

#### **A. Bajo contenido de COP**

53. La definición provisional de bajo contenido de COP con respecto a los PCB y HBB es 50 mg/kg en ambos casos.<sup>14</sup>

54. El bajo contenido de COP descrito en el Convenio de Estocolmo es independiente de las disposiciones relativas a los desechos peligrosos del Convenio de Basilea.

55. Los desechos con un contenido de PCB y HBB superior a 50 mg/kg tienen que eliminarse de forma tal que el contenido de COP se destruya o transforme de forma irreversible según los métodos descritos en la sección IV.G.2. De no ser así, podrán eliminarse de manera ambientalmente racional cuando la destrucción o la transformación irreversible no sean la opción preferible desde el punto de vista del medio ambiente, según los métodos descritos en la sección IV.G.3.

56. Los desechos con un contenido de PCB y HBB igual o inferior a 50 mg/kg tienen que eliminarse de conformidad con los métodos descritos en la subsección IV.G.4 que define los métodos de eliminación cuando el contenido de COP es bajo y las secciones IV.I.1 y IV.I.2 que abordan las situaciones pertinentes de mayor y menor riesgo, respectivamente.

57. Para más información sobre el bajo contenido de COP, véase la sección III.A de las directrices técnicas generales.

#### **B. Niveles de destrucción y transformación irreversible**

58. La definición provisional de los niveles de destrucción y transformación irreversible figura en la sección III.B de las directrices técnicas generales.

#### **C. Métodos que constituyen una eliminación ambientalmente racional**

59. Véanse la sección IV.G más abajo y la sección IV.G de las directrices técnicas generales.

### **IV. Orientación sobre la gestión ambientalmente racional**

#### **A. Consideraciones generales**

60. Para más información, véase la sección IV.A de las directrices técnicas generales.

#### **B. Marco legislativo y reglamentario**

61. Las Partes en los convenios de Basilea y Estocolmo deben examinar sus estrategias, políticas, controles<sup>15</sup>, normas y procedimientos nacionales para cerciorarse de que están en consonancia con los dos convenios y con las obligaciones que de ellos se desprenden, en especial las relativas a la gestión ambientalmente racional de los desechos consistentes en PCB y HBB, que los contengan o estén contaminados con ellos.

62. Entre los elementos de un marco normativo aplicable a los PCB, PCT y PBB deberían figurar medidas para prevenir la generación de desechos y garantizar la gestión ambientalmente racional de los desechos generados. Los elementos de este marco normativo podrían incluir:

- a) Legislación de protección del medio ambiente que establezca un régimen reglamentario, límites de liberaciones y criterios de calidad ambiental;
- b) Prohibición de producir, vender, utilizar importar y exportar PCB, PCT y PBB;
- c) Fechas de eliminación de los PCB que sigan en servicio, inventariados o almacenados;
- d) Requisitos para el transporte de materiales y desechos peligrosos;

<sup>13</sup> Esta sección no se aplica a los PCT ni a los PBB que no sean el HBB.

<sup>14</sup> Determinada conforme a métodos y normas nacionales o internacionales.

<sup>15</sup> En estas directrices, la legislación nacional y las medidas de control incluyen las formas de gobierno subnacionales y otras formas aplicables.

- e) Especificaciones para los contenedores, equipos, contenedores a granel y locales de almacenamiento;
- f) Especificación de los métodos analíticos y de muestreo aceptables para los PCB, PCT y PBB;
- g) Requisitos para las instalaciones de gestión y eliminación de desechos;
- h) Definiciones de los desechos peligrosos y las condiciones y los criterios para la identificación y clasificación de los desechos de los PCB, PCT y PBB como desechos peligrosos;
- i) Un requisito general para la notificación y el examen públicos de los proyectos de reglamentos oficiales, políticas, certificados de aprobación, licencias, información del inventario y datos sobre emisiones nacionales en relación con los desechos;
- j) Requisitos para la determinación, evaluación y rehabilitación de los lugares contaminados;
- k) Requisitos relativos a la salud y protección de los trabajadores; y
- l) Medidas legislativas, por ejemplo, para la prevención y reducción de los desechos, elaboración de inventarios y adopción de medidas en situaciones de emergencia.

63. Para la mayoría de países, la tarea legislativa más importante probablemente será decidir el momento en que se eliminarán los PCB (y en menor medida los PCT y los PBB), dado que casi todos cuentan ya con alguna forma de marco legislativo en relación con los PCB.

64. Para más información, véase la sección IV.B de las directrices técnicas generales.

### C. Prevención y reducción al mínimo de los desechos

65. Los dos convenios, el de Basilea y el de Estocolmo, abogan por prevenir y reducir al mínimo los desechos, aunque en el segundo se propone la eliminación completa de los compuestos de PCB y el HBB. Los PCB, los PCT y los PBB deben ponerse fuera de servicio y eliminarse de manera ambientalmente racional.

66. Deben reducirse al mínimo las cantidades de desechos que contengan esos compuestos mediante aislamiento y separación de las fuentes a fin de prevenir que se mezclen con las demás corrientes de desechos y las contaminen. Por ejemplo, los equipos eléctricos, materiales pintados, soldados a base de resinas, selladores y acristalamientos estancos que contienen PCB pueden contaminar grandes cantidades de desechos de demoliciones y tienen que separarse, siempre que sea posible, antes de la demolición.

67. No es ambientalmente racional mezclar y batir desechos que contengan más de 50 mg/kg de PCB o HBB con otros materiales con la única finalidad de generar una mezcla con un contenido de COP igual o inferior a 50 mg/kg. No obstante, tal vez sea necesario mezclar o batir determinados materiales antes del tratamiento de los desechos a fin de permitir el tratamiento u optimizar su eficacia.

68. Para facilitar la reutilización de equipos eléctricos que contienen aceite aislante contaminado con PCB, como los transformadores, puede aplicarse un procedimiento de vaciado y recarga consistente en retirar el aceite contaminado con PCB del aparato en cuestión y sustituirlo con algún aceite sin PCB, como el aceite mineral. En estos procesos de vaciado y recarga, para no generar nuevos desechos contaminados con PCB, habrá que prestar especial atención a evitar la contaminación cruzada de los aceites rellenos con los PCB que se hayan filtrado a través de las partes porosas del aparato, como madera, cartón, papel aislante o resinas y que puedan introducirse gradualmente en el nuevo aceite. Como medida de precaución, algunos países han promulgado reglamentos en virtud de los cuales, en caso de no contarse con análisis para determinar la presencia o ausencia de PCB en los aceites de los equipos eléctricos, se asume que los aceites contienen PCB hasta tanto no se pruebe lo contrario.<sup>16</sup> Los métodos de descontaminación deberán planearse con cuidado a fin de reducir el número de veces que se aplican dichos procedimientos de vaciado y recarga, para lo cual se exigirá que se tengan en cuenta los niveles iniciales de PCB y se procure vaciar por completo los equipos. A los equipos vaciados y rellenos se les deberán hacer pruebas con periodicidad para verificar el contenido de PCB y cuando los niveles de PCB excedan los valores definidos como bajo contenido de COP, deberá repetirse el procedimiento.

69. Para más información, véase la sección IV.C de las directrices técnicas generales.

<sup>16</sup> Por ejemplo, véase la Ley 25.670 de Argentina del año 2002.

## D. Determinación de los desechos

70. En el párrafo 1 a) del artículo 6 del Convenio de Estocolmo se prescribe que cada Parte elabore, entre otras cosas, estrategias adecuadas para determinar los productos y artículos en uso, así como los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos. La determinación de los desechos de COP es el punto de partida para gestionarlos de forma ambientalmente racional.

71. En la sección IV.D de las directrices técnicas generales se ofrece información general sobre la determinación de desechos.

### 1. Determinación

72. Tradicionalmente los PCB y los PCT han estado presentes en los siguientes lugares:

- a) Sistemas completa o nominalmente cerrados, como:
  - i) Instalaciones eléctricas: transformadores, condensadores, interruptores, reguladores de tensión, disyuntores, reactancias y desechos eléctricos y electrónicos (DEE) que contengan condensadores pequeños y cables;
  - ii) Instalaciones industriales: transformadores, condensadores, reguladores de tensión, disyuntores, reactancias, fluidos de transmisión térmica y fluidos para maquinaria hidráulica;
  - iii) Sistemas ferroviarios: transformadores, condensadores, reguladores de tensión y disyuntores;
  - iv) Minería: fluidos para maquinaria hidráulica y bobinas de toma de tierra;
  - v) Instalaciones militares: transformadores, condensadores, reguladores de tensión y líquidos para maquinaria hidráulica;
  - vi) Edificios residenciales y comerciales: condensadores, disyuntores y reactancias;
  - vii) Laboratorios de investigación: bombas de vacío, reactancias, condensadores y disyuntores;
  - viii) Plantas de fabricación de productos electrónicos: bombas de vacío, reactancias, condensadores y disyuntores;
  - ix) Instalaciones de descarga de aguas residuales: bombas de vacío y motores de pozo;
  - x) Estaciones de servicio de vehículos de motor: aceite reutilizado;
- b) Sistemas abiertos, como:
  - i) Edificios residenciales y comerciales: piezas de relleno y juntas elásticas, selladores,<sup>17</sup> pinturas, hormigón y escayola;
  - ii) Estructuras de acero como puentes, tanques, barcos o tuberías: pinturas y recubrimientos.

73. Al determinar los desechos, tal vez las Partes puedan encontrar útil consultar las *Directrices para la identificación de PCB y materiales que contengan PCB* (PNUMA, 1999).

74. Por lo general es posible determinar si los equipos eléctricos cerrados, como transformadores y condensadores, contienen PCB o PCT examinando la designación del tipo especificado en las placas de identificación del equipo y en las etiquetas del producto o la documentación del fabricante y comprobando las fechas de fabricación del equipo. Hay que tener en cuenta que hasta los equipos fabricados en fechas más recientes pueden presentar una contaminación con PCB o PCT de más de 50 mg/kg a causa de procedimientos de vaciado y recarga o labores de mantenimiento. Por consiguiente, deben analizarse los aceites aislantes en todos los equipos eléctricos cerrados para detectar la posible presencia de PCB o PCT. En el caso de las reactancias y los desechos de aparatos eléctricos o electrónicos equipados con pequeños condensadores, es difícil determinar si contienen PCB o PCT en

<sup>17</sup> Los edificios construidos principalmente entre 1950 y 1980 pueden contener PCB en los selladores de juntas.

forma de fluidos dieléctricos. El contenido de PCB o PCT en estos equipos debe ser determinado cuidadosamente remitiéndose a los datos del producto y las fechas de fabricación.

75. En el caso de los materiales de usos abiertos, como las pinturas o los selladores de juntas separados de los desechos de demolición, es imposible establecer si contienen PCB o PCT solo por su apariencia; por tanto, debe comprobarse la fecha en que se aplicaron, y si los materiales se fabricaron en la época en que los PCB o los PCT aún se usaban como plastificantes, deberá realizarse una prueba para detectar la presencia de esas sustancias en el desecho.

76. Ni siquiera los técnicos experimentados son siempre capaces de determinar la naturaleza de un efluente, una sustancia, un contenedor o un equipo solo por su apariencia o sus etiquetas. En el caso de los equipos eléctricos como, por ejemplo, transformadores y condensadores, es posible averiguar la marca del equipo y de ese modo confirmar el año y país donde se fabricó, así como el fabricante. Puede determinarse si el equipo contiene PCB consultando la información disponible o contactando con el fabricante. Si un equipo que contenga PCB no lleva ninguna etiqueta que indique su aceite aislante, los investigadores experimentados pueden obtener información sobre los contenidos originales y otros datos revisando las etiquetas de equipos similares, consultando los manuales de orientación correspondientes, como las Directrices para la identificación de PCB y materiales que contengan PCB (PNUMA, 1999), o contactando con el fabricante.

77. Tradicionalmente los PBB han formado parte de varios productos de consumo en los que se usaban como retardantes de llama, incluidos diversos productos de plástico como, por ejemplo, monitores de computador, televisores, textiles y espumas de plástico (incluidas las contenidas en desechos eléctricos y electrónicos y residuos de desguace generados en el proceso de reciclado de vehículos de desecho).

78. Es posible que las Partes encuentren útil la información sobre producción, utilización y tipos de desechos que se ofrece en la sección I.B del presente documento para determinar el contenido de PCB, PCT y PBB.

## 2. Inventarios

79. Los inventarios son un instrumento importante para determinar, cuantificar y caracterizar los desechos. Un enfoque por etapas para realizar inventarios nacionales de PCB, PCT y PBB generalmente incluye las siguientes etapas:

- a) Etapa 1: planificación (determinación de los sectores pertinentes que utilizan y producen PCB, PCT y PBB);
- b) Etapa 2: elección de la metodología de recolección de datos mediante la aplicación de un criterio estratificado;
- c) Etapa 3: recolección y compilación de datos a partir de estadísticas nacionales sobre la producción, utilización, importación y exportación de PCB, PCT y PBB;
- d) Etapa 4: manejo y evaluación de los datos obtenidos en la etapa 3 mediante un método de estimación;
- e) Etapa 5: preparación de un informe del inventario; y
- f) Etapa 6: actualización periódica del informe del inventario.

80. Para más información, véanse las *Directrices para la identificación de PCB y materiales que contienen PCB* (PNUMA, 1999).

## E. Muestreo, análisis y vigilancia

81. Para información general sobre muestreo, análisis y vigilancia, véase la sección IV.E de las directrices técnicas generales.

### 1. Muestreo

82. Es difícil extraer muestras de fluido dieléctrico de los equipos eléctricos estancos como, por ejemplo, los condensadores. Para obtener estas muestras, debe practicarse un pequeño agujero en la parte superior del aparato. Después de tomar una muestra de fluido, se tapaná y reparará el agujero.

83. Durante el muestreo de residuos de desguace debe prestarse atención a la homogeneidad de la muestra.

84. A continuación se indican los tipos de matrices que son de interés especial para los análisis de PCB, PCT y PBB:

- a) Aceites sintéticos industriales que contengan PCB y PCT procedentes de transformadores u otros equipos o almacenados a granel;
- b) Aceites minerales de transformadores contaminados con PCB o en almacenamiento a granel;
- c) Aceites de motor de desecho y otros aceites, combustibles y líquidos orgánicos de desecho;
- d) Piezas de relleno y juntas elásticas, selladores y pinturas; y
- e) Extintores y piroretardantes (PBB).

## 2. Análisis

85. El análisis se refiere a la extracción, purificación, separación, determinación, cuantificación y presentación de información de las concentraciones de COP en la matriz de que se trate. Es importante elaborar y difundir métodos de análisis fiables y acumular datos analíticos de gran calidad para entender el impacto ambiental de los productos químicos peligrosos, entre ellos los COP.

86. Al igual que en el caso de todos los retardantes de llama polibromados, las muestras no deberán exponerse a la luz solar antes del análisis, ya que los PBB son inestables cuando se exponen a las radiaciones ultravioletas (IARC, 2014).

87. La ISO, el Comité Europeo de Normalización (normas europeas del CEN), la ABNT, la ASTM, el DIN, la EPA, el JIS, el NEN y el NVN han creado métodos para analizar las diversas matrices de los COP. A continuación se ofrecen algunos ejemplos de métodos de análisis de los PCB:

- a) Métodos para aceites o fluidos aislantes:
  - i) EN 12766-1 (2000): Productos derivados del petróleo y aceites usados - Determinación de PCB y productos conexos - Parte 1: Separación y determinación de una selección de congéneres de los PCB por cromatografía en fase gaseosa usando un detector de captura de electrones;
  - ii) EN 12766-2 (2002): Productos derivados del petróleo y aceites usados - Determinación de PCB y productos conexos - Parte 2: Cálculo del contenido de bifenilos policlorados (PCB);
  - iii) EN 61619 (1997): Fluidos aislantes - Contaminación por bifenilos policlorados (PCB) - Método de determinación por cromatografía en fase gaseosa sobre columna capilar;
  - iv) Método 4020 de la EPA: Detección de bifenilos policlorados mediante inmunoensayo ([www.epa.gov/solidwaste/hazard/testmethods/sw846/pdfs/4020.pdf](http://www.epa.gov/solidwaste/hazard/testmethods/sw846/pdfs/4020.pdf));
  - v) Método de la EPA 8082A: Bifenilos policlorados (PCB) por cromatografía en fase gaseosa ([www.epa.gov/osw/hazard/testmethods/sw846/pdfs/8082a.pdf](http://www.epa.gov/osw/hazard/testmethods/sw846/pdfs/8082a.pdf));
  - vi) Método de la EPA 9079: Método para determinar la concentración de bifenilos policlorados en aceite de transformadores ([www.epa.gov/solidwaste/hazard/testmethods/sw846/pdfs/9079.pdf](http://www.epa.gov/solidwaste/hazard/testmethods/sw846/pdfs/9079.pdf));
  - vii) NBR 13882:2005 de la ABNT: Fluidos aislantes para equipos eléctricos - Determinación de contenidos de PCB;
- b) Métodos para materiales sólidos:
  - i) EN 15308 (2008): Caracterización del desecho - Determinación de una selección de bifenilos policlorados (PCB) en desechos sólidos mediante cromatografía gaseosa capilar con detección por captura de electrones o espectrometría de masas;
  - ii) Método 8080 de la EPA: Plaguicidas organoclorados y PCB;
  - iii) Métodos de examen de las normas para los desechos generales sujetos a control especial y los desechos industriales sujetos a control especial, notificación 192 del Ministerio de Salud, Trabajo y Bienestar del Japón, 3 de julio de 1992;

- c) Métodos para agua, fangos, gases y otros medios:
- i) DIN 38414-20 (1996): Métodos alemanes normalizados para el examen del agua, las aguas residuales y los fangos - Fangos y sedimentos (grupo S) - Parte 20: determinación de 6 bifenilos policlorados (PCB) (P 20);
  - ii) EN 1948 (2006): Emisiones de fuentes fijas - determinación de la concentración en masa de PCDD y PCDF y PCB semejantes a la dioxina. Parte 1: muestreo, Parte 2: extracción y limpieza de PCDD y PCDF, Parte 3: detección y cuantificación de PCDD y PCDF;
  - iii) Método 1668 de la EPA, revisión A: Congéneres de los bifenilos clorados en el agua, el suelo, los sedimentos y los tejidos, mediante cromatografía de gases de alta resolución acoplada a espectrometría de masas de alta resolución (HRGC/HRMS), Oficina de Aguas de los Estados Unidos, EPA núm. EPA 821-R-00-002, Agencia de Protección Ambiental (4303), diciembre de 1999;
  - iv) Método 8275A de la EPA: Compuestos orgánicos semivolátiles (PAH y PCB) en suelos y fangos y en desechos sólidos, mediante extracción térmica, cromatografía de gases y espectrometría de masas (TE/GC/MS), orientación para química analítica SW-846 de la EPA;
  - v) Método 9078 de la EPA: Método para detectar bifenilos policlorados en suelos ([www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/pdfs/9078.pdf](http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/pdfs/9078.pdf));
  - vi) ISO 6468 (1996): Calidad del agua - Determinación de ciertos insecticidas organoclorados, bifenilos policlorados y clorobenzenos - Método por cromatografía en fase gaseosa tras extracción líquido-líquido;
  - vii) ISO 10382 (2002): Calidad del suelo - Determinación de plaguicidas organoclorados y bifenilos policlorados - Método por cromatografía en fase gaseosa con detección por captura de electrones;
  - viii) JIS K 0093 (2006): Método de prueba para detectar bifenilos policlorados en aguas industriales y aguas residuales;
  - ix) NEN 7374 (2004): Características de la lixiviación - Ensayo de columna para determinar la lixiviación de HAP, PCB, OCP y EOX, fenol y cresoles en materiales granulares - Materiales sólidos térreos y pétreos;
  - x) Método núm. H 3-2 del Instituto Noruego de Investigaciones Hídricas: Determinación de compuestos organoclorados en sedimentos, agua y material biológico por cromatografía en fase gaseosa;
  - xi) NVN 7350 (1997): Características de lixiviación de materiales sólidos térreos y pétreos de construcción y desecho - Pruebas de lixiviación - Determinación de la lixiviación de HAP, PCB y EOX en materiales granulares con el ensayo en cascada;
  - xii) NVN 7376 (2004): Características de lixiviación - Determinación de la lixiviación de HAP, PCB, OCP y EOX, fenoles y cresoles en materiales de construcción y monolíticos de desecho con un ensayo de difusión - Materiales sólidos térreos y pétreos.

88. La Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) ha diseñado los siguientes métodos para establecer la presencia de PBB en productos electrotécnicos:

- a) IEC 62321 (2008): Productos electrotécnicos - Determinación de niveles de seis sustancias reglamentadas (plomo, mercurio, cadmio, cromo hexavalente, bifenilos polibromados, éteres de difenilo polibromado).

Además, en las siguientes publicaciones se ofrecen conocimientos útiles sobre el método de análisis de diversas matrices de los PBB:

- a) Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades de los Estados Unidos, 2004. "Toxicological profile for polybrominated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers";
- b) Kemmlin, S. *et al.*, 2009. "Brominated flame retardants in the European chemicals policy of REACH-Regulation and determination in materials", *Journal of Chromatography A*, vol. 1216 No. 3, pp. 320-333;

- c) Clarke, B. *et al.*, 2008. "Polybrominated diphenyl ethers and polybrominated biphenyls in Australian sewage sludge", *Chemosphere*, vol. 73, pp. 980-989;
- d) Covaci, A. *et al.*, 2003. "Determination of brominated flame retardants, with emphasis on polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in environmental and human samples: A review", *Environment International*, vol. 29, pp. 735-756;
- e) Hanari, N. *et al.*, 2006. "Occurrence of polybrominated biphenyls, polybrominated dibenzo-p-dioxins, and polybrominated dibenzofurans as impurities in commercial polybrominated diphenyl ether mixtures", *Environmental Science & Technology*, vol. 40, pp. 4400-4405.

89. Para determinar los PCB y PBB similares a las dioxinas, lo cual puede ser de especial interés para las Partes, deberán emplearse métodos aceptados a nivel internacional como los usados para analizar las PCDD y los PCDF.

90. A efectos de detección, existen juegos de instrumentos para cuantificar las concentraciones de PCB en aceites y suelos (a base de inmunoensayos o determinaciones de cloro). Si el resultado es negativo, no hace falta un análisis para confirmar la presencia de PCB. Si el resultado es positivo, debe efectuarse un análisis químico para confirmarlo, o bien puede considerarse que el desecho contiene PCB o está contaminado con estas sustancias.

### 3. Vigilancia

91. La vigilancia y la supervisión sirven para detectar y seguir de cerca los problemas ambientales y los riesgos para la salud humana. Los datos obtenidos con los programas de vigilancia se incorporan en los procesos de adopción de decisiones con base científica y se usan para evaluar la eficacia de las medidas de gestión de riesgos, incluidos los reglamentos.

92. Deben ponerse en práctica programas de vigilancia en las instalaciones en donde se gestionen desechos de PCB, PCT o PBB.

## F. Manipulación, recolección, embalaje, etiquetado, transporte y almacenamiento

93. Para información general sobre la manipulación, recolección, embalaje, etiquetado, transporte y almacenamiento, véase la sección IV.F de las directrices técnicas generales.

### 1. Manipulación

94. Debe prestarse atención especial a las posibles fugas de PCB debidas a la corrosión o defectos de equipos eléctricos que contengan PCB como transformadores y condensadores, ya que esos aparatos suelen tener una vida útil de varias décadas. También debe prestarse atención especial a los daños que puedan resultar de impactos sufridos durante el traslado de esos equipos. Es menester manipular con cuidado los componentes aisladores de la maquinaria eléctrica pesada, ya que son propensos a romperse si se los somete a cargas elevadas. Al ocuparse de PCB muy concentrados, los operarios deben usar máscaras y guantes de goma para evitar la inhalación de PCB volatilizados y el contacto de la piel con las sustancias.

95. Al reparar, renovar o demoler edificios antiguos, los renovadores y contratistas deben prestar atención a la posibilidad de que haya PCB en las juntas, las ventanas o los selladores o rellenos de las puertas y en los revestimientos de pintura de puentes o estructuras de acero. En caso de que estos materiales contengan PCB, deberán retirarse con cuidado y aislarse para que el polvo contaminado con las sustancias no se extienda por los alrededores. Los encargados de esta labor usarán el equipo de protección que corresponda, como por ejemplo guantes apropiados, monos desechables, gafas protectoras y mascarillas para respirar que cumplan las normas internacionales.

### 2. Recolección

96. Es posible que una parte considerable del total de inventarios nacionales de PCB, PCT y PBB esté repartida en pequeñas cantidades en manos de propietarios de viviendas o pequeñas empresas (por ejemplo, en las reactancias de lámparas fluorescentes que contengan PCB, pequeños dispositivos eléctricos, intercambiadores de calor y calentadores que contengan líquidos con PCB o PCT, extintores que contengan PBB y pequeños contenedores y pequeñas existencias de estas sustancias). La eliminación de estos materiales plantea dificultades a los poseedores de pequeñas cantidades de PCB, PCT y PBB. Por ejemplo, es posible que las reglamentaciones vigentes los obliguen a inscribirse como generadores de desechos, o que la recolección sea imposible o desaconsejable por motivos logísticos (por ejemplo, porque esté prohibido recolectar desechos industriales en las zonas

residenciales o no exista un sistema de recolección) o los costos sean prohibitivos. Los gobiernos nacionales, regionales y municipales deben estudiar la posibilidad de establecer centros de recolección para esas pequeñas cantidades, de manera que sus poseedores no tengan que ocuparse por su cuenta del transporte y la eliminación.

97. De detectarse PCB y PCT al reparar, renovar o demoler edificios antiguos (por ejemplo, en piezas de relleno y juntas elásticas, selladores, pinturas, hormigón y escayola que contengan esas sustancias), se deberá velar por la seguridad de los trabajadores y retirar cuidadosamente los desechos y recolectarlos por separado para que el polvo contaminado con PCB y PCT no se extienda a las zonas circundantes.

98. Los medios de recolección y los depósitos de desechos de PCB, PCT y PBB deben garantizar la separación de estos desechos de los demás desechos.

99. Es imprescindible que los depósitos de recolección no se conviertan en almacenes permanentes de desechos de PCB, PCT o PBB. Las grandes cantidades de desechos, aunque estén almacenadas como es debido, entrañan más riesgo para la salud humana y el medio ambiente que las cantidades pequeñas dispersas en una zona extensa.

### 3. Embalaje

100. Los desechos de PCB, PCT y PBB deben embalarse adecuadamente antes de almacenarlos para facilitar el transporte y como medida de seguridad para reducir el riesgo de fugas y derrames:

a) En el caso de los transformadores cuyos aceites aislantes han sido extraídos, los aceites drenados y las carcasas deben embalarse por separado. El riesgo de fuga durante el transporte a una instalación de tratamiento puede reducirse extrayendo los aceites aislantes de los transformadores. Esta separación se tendrá en cuenta al evaluar los métodos de embalaje. Estos procedimientos de separación deben ser realizados por profesionales equipados con herramientas especiales;

b) Los desechos líquidos se colocarán en bidones de acero de doble tapón, o en otro tipo de contenedores aprobados;

c) Los desechos sólidos, como los selladores y las pinturas, se colocarán en bidones de acero u otro tipo de contenedores aprobados provistos de bolsas de plástico en el interior;

d) Los reglamentos que rigen el transporte de materiales peligrosos suelen exigir el uso de contenedores que cumplan determinadas especificaciones (por ejemplo, que sean de acero de calibre 16 con revestimiento interior de resina epóxica). Los contenedores utilizados para el almacenamiento deberán cumplir estas especificaciones previendo la posibilidad de que sean transportados en el futuro;

e) Los equipos grandes vaciados pueden almacenarse tal cual o, en previsión de posibles fugas, colocarse dentro un contenedor de gran tamaño (bidón de sobreembalaje) o envolverse en un plástico reforzado;

f) Los equipos pequeños, vaciados o no, deben colocarse en bidones provistos de material absorbente, si procede, para evitar movimientos excesivos del contenido del contenedor y posibilitar que cualquier fuga o derrame de líquido sea absorbido. En un mismo bidón pueden colocarse muchos equipos pequeños, siempre y cuando el bidón contenga suficiente material absorbente. Los absorbentes pueden comprarse al por menor a los proveedores de material de seguridad;

g) Con vistas a su traslado y almacenamiento, los bidones y los equipos pueden colocarse en paletas para elevadoras de horquilla, en cuyo caso deberán amarrarse a dichas paletas antes del traslado.

### 4. Etiquetado

101. Todos los contenedores y equipos que contengan PCB, PCT o PBB o estén contaminados con ellos deben llevar una etiqueta en lugar visible con una advertencia de peligro y una etiqueta con los datos específicos del equipo o del contenedor. Esos datos deben indicar el contenido del contenedor o el equipo (por ejemplo, cantidades exactas de equipos o volumen de líquido, el tipo de desecho que contiene), el sitio de procedencia del contenedor o del equipo para poder rastrearlo y la fecha en que volvió a embalarse, cuando proceda, así como el nombre y número de teléfono de la persona responsable de la operación de reembalaje.

### 5. Transporte

102. Dado los PCB se transportan mayormente en forma líquida, deben adoptarse medidas para evitar fugas durante el transporte. Los transformadores y condensadores, por ejemplo, han de



embalarse en contenedores metálicos para reducir el riesgo de rotura de los aisladores durante el transporte a causa de algún impacto y disponer de materiales absorbentes en su embalaje.

## 6. Almacenamiento

103. Si bien muchos países han adoptado reglamentos o elaborado directrices para el almacenamiento de los PCB, la mayoría no cuenta con reglamentos ni orientaciones específicas para el almacenamiento de los PCT y los PBB. A pesar de que los PCT, los PBB y los PCB poseen una toxicidad similar, los PCB son líquidos a temperatura ambiente, mientras que los PCT y los PBB son sólidos a temperatura ambiente y tienen menos presión de vapor. Por consiguiente, las condiciones de almacenamiento requeridas por los PCT y los PBB pueden diferir de las de los PCB.

104. Debajo del equipo almacenado deberá colocarse un recipiente para el aceite (bandeja de acero). Los lugares de almacenamiento se deberán mantener e inspeccionar para verificar si ha habido alguna liberación de PCB, PCT o PBB al medio ambiente.

105. Para que no se derramen los PCB de los equipos que hayan sufrido caídas a causa de desastres naturales como terremotos, tornados y lluvias torrenciales, o se produzcan fugas por la corrosión de los equipos, los lugares de almacenamiento deben contar con estructuras que impidan las filtraciones al subsuelo. Asimismo, durante el almacenamiento habrá que tener en cuenta que los PCB pueden liberarse al medio ambiente por vaporización.

## G. Eliminación ambientalmente racional

### 1. Tratamiento previo

106. El corte y fresado de condensadores o el desmontaje de piezas externas como, por ejemplo, radiadores, conservadores y aisladores de transformadores, para la reducción de tamaño, deben llevarse a cabo antes de la destrucción en instalaciones especiales. Hace falta proceder con cautela durante el desmontaje y desmantelamiento, ya que estas operaciones aumentan el riesgo de exposición de los operarios a los PCB y de las liberaciones de PCB al medio ambiente.

107. Antes de destruir los PCB de aceites o fluidos de desecho mediante reducción por metal alcalino debe realizarse un tratamiento previo de deshidratación o separación de aceite y agua para evitar la reacción violenta del agua con los metales alcalinos y el consumo excesivo de estos.

108. Dado que los desechos que contienen PCB derivados de sistemas abiertos, como los selladores de juntas o las pinturas, suelen ser voluminosos, hace falta realizar un tratamiento previo de triturado o desmenuzamiento para fragmentarlos en pedazos más pequeños. Asimismo, cuando sea necesario, se efectuará una desorción térmica o una desorción térmica al vacío para tratar con eficacia los PCB presentes en los desechos.

109. Para más información sobre el tratamiento previo, véase la subsección IV.G.1 de las directrices técnicas generales.

### 2. Métodos de destrucción y transformación irreversible

110. En la subsección IV.G.2 de las directrices técnicas generales se ofrece información sobre los métodos de destrucción y transformación irreversible relativos a los PCB y los PBB.

111. Debe tenerse en cuenta que la combustión y la incineración de desechos de PCB pueden generar PCDD y PCDF, mientras la combustión y la incineración de desechos de PBB pueden generar PBDD y PBDF.

### 3. Otros métodos de eliminación para los casos en que la destrucción o la transformación irreversible no representan la opción preferible desde el punto de vista del medio ambiente

112. Para más información, véase la subsección IV.G.3 de las directrices técnicas generales.

### 4. Otros métodos de eliminación en casos de bajo contenido de COP

113. Al limpiar o descomponer *in situ* aceites aislantes de transformador contaminados con PCB, hay que prevenir los derrames o fugas de efluentes, incluso cuando el nivel de PCB en los aceites sea relativamente bajo.

114. Para más información, véase la subsección IV.G.4 de las directrices técnicas generales.

## **H. Rehabilitación de los lugares contaminados**

115. Para más información, véase la sección IV.H de las directrices técnicas generales.

## **I. Salud y seguridad**

116. Para más información, en especial sobre la distinción entre situaciones de mayor y menor riesgo, véase la sección IV.I de las directrices técnicas generales.

### **1. Situaciones de mayor riesgo**

117. En la subsección IV.I.1 de las directrices técnicas generales se ofrece información sobre las situaciones de mayor riesgo. A continuación se indican algunas de las situaciones relacionadas específicamente con los PCB, PCT o PBB que pueden presentar un riesgo más elevado:

- a) En salas de equipos eléctricos donde haya transformadores, disyuntores o condensadores con PCB de gran tamaño o en gran número;
- b) En lugares en que se hayan utilizado transformadores, disyuntores, equipo hidráulico o bombas de vacío que contengan PCB, o se haya hecho el mantenimiento de esos equipos;
- c) En lugares en que los PCB se hayan separado de los equipos y transferido a otro contenedor o se lleven a cabo las medidas previas a la manipulación, como el desmontaje de los equipos. Es necesario adoptar precauciones en estos sitios, ya que estos representan mayor riesgo de exposición para los operarios; y
- d) En edificios donde se hayan utilizado juntas elásticas y piezas de relleno, pinturas o selladores que contengan PCB.

### **2. Situaciones de menor riesgo**

118. Para más información sobre las situaciones de menor riesgo, véase la sección IV.I.2 de las directrices técnicas generales. A continuación se indican algunas situaciones de menor riesgo relacionadas específicamente con los PCB, PCT o PBB:

- a) Situaciones relacionadas únicamente con productos o artículos que contengan PCB o estén contaminados con ellos en pequeñas cantidades o bajas concentraciones (por ejemplo, algunos equipos eléctricos y electrónicos y equipos de desecho); y
- b) Situaciones relacionadas con transformadores eléctricos u otros equipos con aceites minerales contaminados con poca cantidad de PCB.

## **J. Respuesta en casos de emergencia**

119. Deben establecerse planes de respuesta a situaciones de emergencia relacionadas con la utilización, el transporte, el almacenamiento y la eliminación de los PCB, PBB y PCT. Para más información sobre planes de respuesta en situaciones de emergencia, véanse la sección IV.J de las directrices técnicas generales y el Manual de capacitación para la preparación de un plan nacional de manejo ambientalmente racional de PCB y equipo contaminado con PCB (PNUMA 2003).

## **K. Participación pública**

120. Las Partes en el Convenio de Basilea o de Estocolmo deben instituir procesos de participación pública sin restricciones.

121. Para más información, véase la sección IV.K de las directrices técnicas generales.

## Annex I to the technical guidelines\*

### Synonyms and trade names for PCBs, PCTs, PBBs other than HBB and HBB

Chemical	Some synonyms and trade names <sup>1</sup>
PCBs	Abestol, Aceclor, Adkarel, ALC, Apirolio (Italy), Apirorio, Areclor, Arochlor, Arochlors, Aroclor/Arochlor(s) (USA), Arubren, Asbestol (USA), Ask/Askarel/Askael, Auxol, Bakola, Biclor, Blacol (Germany), Biphenyl, Clophen (Germany), Cloresil, Chlophen, Chloretol, Chlorextol (USA), Chlorfin, Chlorinal/Chlorinol, Chlorinated biphenyl, Chlorinated diphenyl, Chlorobiphenyl, Chlorodiphenyl, Chlorofen (Poland), Chlorphen, Chorextol, Chorinol, Clophen/Clophenharz (Germany), Cloresil, Clorinal, Clorphen, Crophene (Germany), Decachlorodiphenyl, Delofet O-2, Delor (Czechoslovakia), Delor/Del (Czechoslovakia), Delorene, Delorit, Delotherm DK/DH (Czechoslovakia), Diaclor (USA), Diarol, Dicolor, Diconal, Disconon, DK (Italy), Ducanol, Duconal, Duconol, Dykanol (USA), Dyknol, Educarel, EEC-18, Elaol (Germany), Electrophenyl, Elemex (USA), Elinol, Eucarel, Euracel, Fenchlor (Italy), Fenchlor (Italy), Fenocloro, Gilotherm, Hexol, Hivar, Hydeler, Hydol, Hydrol, Hyrol, Hyvol (USA), Inclor, Inerteen (USA), Inertenn, Kanechlor (Japan), Kaneclor, Kennechlor (Japan), Kenneclor, Leromoll, Magvar, MCS 1489, Montar, Monter, Nepoli, Nepolin, Niren, NoFlamol, No-Flamol (USA), Non-Flamol, Olex-sf-d, Orophene, Pheaoclor, Pheneclor, Phenochlor, Phenoclor (France), Plastivar, Polychlorinated diphenyl, Polychlorinated diphenyls, Polychlorobiphenyl, Polychlorodiphenyl, Prodelec, Pydraul, Pyraclor, Pyralene (France), Pyranol (USA), Pyroclor (USA), Pyrochlor, Pyronol, Safe-T-Kuhl, Saff-Kuhl, Saf-T-Kohl, Saf-T-Kuhl (USA), Santosol, Santotherm (Japan), Santothern, Santovac, Sat-T-America, Siclonyl, Solvol, Sorol, Soval, Sovol (USSR), Sovtol, Tarnol (Poland), Terphenychlore, Thermanol, Therminol, Turbinol
PCTs	Aroclor (USA), Clophen Harz (W), Cloresil (A,B,100), Electrophenyl T-50 and T60, Kanechlor KC-C (Japan), Leromoll, Phenoclor, Pydraul
PBBs other than HBB	Adine 0102 (France), Berkflam B10 (United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland), Bromkal 80 (Germany), Bromkal 80-9D (Germany), Octabromobiphenyl FR250 13A (USA), Flammex B-10 (United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland), HFO 101 (United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland), BB-8, BB-9, OBB, Technical octabromobiphenyl(USA), DBB, Technical dexamobobiphenyl (USA)
HBB	FireMaster BP-6 (USA), FireMaster FF-1 (USA)

\* Para reducir costes, no se han traducido los anexos de este documento.

<sup>1</sup> The list of trade names provided in annex I is not intended to be exhaustive.

## Annex II to the technical guidelines

### Bibliography

- ATSDR, 2000. *Toxicological Profile for Polychlorinated Biphenyls (PCBs)*. Available at: [www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp17-c4.pdf](http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp17-c4.pdf).
- ATSDR, 2004. *Toxicological Profile for Polybrominated Biphenyls and Polybrominated Diphenyl Ethers (PBBs and PBDEs)*. Available at: [www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp68.pdf](http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp68.pdf).
- Environment Canada, 1988. *Polychlorinated biphenyls (PCB) - Fate and effects in the Canadian environment*. Environment Canada report EPS 4/HA/2, May 1988.
- Holoubek, 2000. *Polychlorinated biphenyls (PCB): World-wide contaminated sites*. TOCOEN report No. 173. Available at: [recetox.muni.cz/res/file/reporoty/tocoen-report-173-id438.pdf](http://recetox.muni.cz/res/file/reporoty/tocoen-report-173-id438.pdf).
- IARC, 2014. *Polychlorinated Biphenyls and Polybrominated Biphenyls: IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*, vol. 107. Lyon, France.
- IPCS, 1992. *Environmental Health Criteria 140: Polychlorinated biphenyls and polychlorinated terphenyls*. Published by UNEP, ILO and WHO, Geneva. Available at: [www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc140.htm](http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc140.htm).
- IPCS, 1994. *Environmental Health Criteria 152: Polybrominated biphenyls*. Published by UNEP, ILO and WHO, Geneva. Available at: [www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc152.htm](http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc152.htm).
- Jensen, A.A. and Jørgensen, K.F., 1983. "Polychlorinated terphenyls (PCT) uses, levels and biological effects", *Science of the Total Environment*, vol. 27, pp. 231-250.
- UNECE, 2002. *Report on production and use of PCT (draft)*. Prepared for the UNECE Expert Group on POPs.
- UNEP, 1999. *Guidelines for the identification of PCBs and materials containing PCBs*. Available from: [www.chem.unep.ch](http://www.chem.unep.ch).
- UNEP, 2003. *Preparation of a national environmentally sound plan for PCBs and PCB-contaminated equipment: Training manual*. Available from: [www.basel.int](http://www.basel.int).
- UNEP, 2006. UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.3. *Risk profile on hexabromobiphenyl*. Available from: [chm.pops.int](http://chm.pops.int).
- UNEP, 2015. *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes containing or contaminated with unintentionally produced polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans, hexachlorobenzene, polychlorinated biphenyls or pentachlorobenzene*.
- UNEP. 2015a. *General technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with persistent organic pollutants*.
- Van den Berg, M. et al, 2013. "Polybrominated Dibenzo-p-Dioxins, Dibenzofurans, and Biphenyls: Inclusion in the Toxicity Equivalency Factor Concept for Dioxin-Like Compounds", *Toxicological Sciences*, vol. 133 No. 2, pp. 197-208.
- Van den Berg, M. et al, 2006. "The 2005 World Health Organization Re-evaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-like Compounds", *Toxicological Sciences*, vol. 93, pp 223-241. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2290740/>.
- Zhao, G. et al., 2008. "PBBs, PBDEs, and PCBs levels in hair of residents around e-waste disassembly sites in Zhejiang Province, China, and their potential sources", *Science of the Total Environment*, vol. 397, pp. 46-57.