



CONVENIO DE BASILEA

Distr.: General  
13 de julio de 2017

Español  
Original: Inglés

---

**Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación**  
**13ª reunión**  
Ginebra, 24 de abril a 5 de mayo de 2017  
Tema 4 b) i) del programa  
**Cuestiones relacionadas con la aplicación del Convenio:**  
**asuntos científicos y técnicos: directrices técnicas**

## **Directrices técnicas**

### **Adición**

**Directrices técnicas sobre el manejo ambientalmente racional de los desechos que contengan dibenzoparadioxinas policloradas, dibenzofuranos policlorados, hexaclorobenceno, bifenilos policlorados, pentaclorobenceno o naftalenos policlorados producidos de forma no intencional, o que estén contaminados con ellos**

### **Nota de la Secretaría**

En su 13ª 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 su decisión BC-13/4 relativa a las directrices técnicas sobre la gestión ambientalmente racional de los desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes, que los contengan o estén contaminados con ellos, las directrices técnicas sobre el manejo ambientalmente racional de los desechos que contengan dibenzoparadioxinas policloradas, dibenzofuranos policlorados, hexaclorobenceno, bifenilos policlorados, pentaclorobenceno o naftalenos policlorados producidos de forma no intencional, o que estén contaminados con ellos, sobre la base del proyecto de directrices técnicas contenido en el documento UNEP/CHW.13/6/Add.5. Dichas directrices técnicas fueron elaboradas por el Japón, en consulta con el pequeño grupo de trabajo entre reuniones para la elaboración de las directrices técnicas sobre los desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes, tomando en consideración observaciones de las Partes y otros interesados directos, así como las observaciones expresadas en la décima reunión del Grupo de Trabajo de composición abierta del Convenio de Basilea. Las directrices técnicas fueron revisadas de nuevo el 1 de marzo de 2017, tomando en consideración los resultados de la reunión presencial del pequeño grupo de trabajo entre reuniones para la elaboración de las directrices técnicas sobre los desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes, la cual sesionó del 20 al 22 de febrero de 2017 en Bonn, Alemania (véase el documento UNEP/CHW.13/INF/64). La versión final de las directrices técnicas, tal como se aprobaron, aparece en el anexo a la presente nota, la cual, incluido su anexo, aún no ha sido editada formalmente.

## **Anexo**

**Directrices técnicas sobre el manejo ambientalmente racional de los desechos que contengan dibenzoparadioxinas policloradas, dibenzofuranos policlorados, hexaclorobenceno, bifenilos policlorados, pentaclorobenceno o naftalenos policlorados producidos de forma no intencional, o que estén contaminados con ellos**

**Versión final revisada (5 de mayo de 2017)**

# Índice

Abreviaturas y acrónimos .....	5
Unidades de medida .....	5
<b>I. Introducción.....</b>	<b>6</b>
A. Alcance .....	6
B. Descripción, producción y desechos .....	7
1. Descripción.....	7
a) PCDD y PCDF.....	7
b) PCB.....	8
c) HCB .....	8
d) PeCB .....	8
e) PCN .....	8
2. Producción no intencional .....	8
a) PCDD y PCDF.....	9
b) PCB.....	10
c) HCB .....	10
d) PeCB.....	10
e) PCN .....	10
3. Desechos.....	11
<b>II. Disposiciones pertinentes de los Convenios de Basilea y Estocolmo.....</b>	<b>12</b>
A. Convenio de Basilea.....	12
B. Convenio de Estocolmo .....	14
<b>III. Disposiciones del Convenio de Estocolmo que se han de abordar en cooperación con el Convenio de Basilea .....</b>	<b>15</b>
A. Bajo contenido de COP.....	15
B. Niveles de destrucción y transformación irreversible .....	16
C. Métodos que constituyen eliminación ambientalmente racional.....	16
<b>IV. Orientación sobre el manejo ambientalmente racional.....</b>	<b>16</b>
A. Consideraciones generales .....	16
B. Marco legislativo y reglamentario .....	16
C. Prevención y minimización de los desechos .....	17
D. Determinación de los desechos .....	17
1. Determinación .....	18
2. Inventarios .....	18
E. Muestreo, análisis y vigilancia.....	19
1. Muestreo .....	19
2. Análisis .....	19
3. Vigilancia .....	20
F. Manipulación, recolección, embalaje, etiquetado, transporte y almacenamiento .....	20
1. Manipulación.....	20
2. Recolección .....	20
3. Embalaje.....	21
4. Etiquetado.....	21
5. Transporte.....	21
6. Almacenamiento.....	21
G. Eliminación ambientalmente racional.....	22
1. Tratamiento previo .....	22
2. Métodos de destrucción y transformación irreversible .....	22

---

3.	Otros métodos de eliminación cuando la destrucción o la transformación irreversible no representan la opción preferible desde el punto de vista del medio ambiente .....	22
4.	Otros métodos de eliminación en casos de bajo contenido de COP .....	22
H.	Rehabilitación de los lugares contaminados .....	22
I.	Salud y seguridad .....	22
1.	Situaciones de mayor riesgo .....	22
2.	Situaciones de menor riesgo .....	22
J.	Medidas para situaciones de emergencia .....	23
K.	Participación de la población .....	23
<b>Annex I: Bibliography .....</b>		<b>24</b>
<b>Annex II: Analytical methods for the determination of unintentional POPs .....</b>		<b>26</b>
1.	ISO methods .....	26
2.	CEN methods.....	27
3.	United States of America.....	27
4.	China .....	28
5.	Japan.....	29
6.	Germany .....	29
7.	Canada .....	30

## Abreviaturas y acrónimos

BAT	mejores técnicas disponibles
BEP	mejores prácticas ambientales
CEN	Comité Europeo de Normalización
COP	contaminantes orgánicos persistentes
DDT	1,1,1-tricloro-2,2-bis (4-clorofenil)etano (diclorodifeniltricloroetano)
EQT	equivalencia tóxica
FET	factor de equivalencia tóxica
HCB	hexaclorobenceno
HRGC	cromatografía de gases de alta resolución
HRMS	espectrometría/espectrómetro de masas de alta resolución
OMS	Organización Mundial de la Salud
PCB	bifenilos policlorados
PCDD	dibenzoparadioxinas policloradas
PCDF	dibenzofuranos policlorados
PCN	naftalenos policlorados
PCNB	pentacloronitrobenceno
PeCB	pentaclorobenceno
PER, PERC	percloroetileno
PFN	naftaleno perfluorado o polifluorado
TCDD	2,3,7,8-tetraclorodibenzoparadioxina
UV	radiación ultravioleta

## Unidades de medida

µg	microgramo
mg	miligramo
µg/kg	microgramo por kilogramo
mg/kg	miligramo por kilogramo
ppb	partes por mil millones
ppm	partes por millón

## I. Introducción

### A. Alcance

1. El presente documento sustituye las *Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los desechos que contengan dibenzoparadioxinas policloradas, dibenzofuranos policlorados, hexaclorobenceno, bifenilos policlorados o pentaclorobenceno, o producidos de forma no intencional, o que estén contaminados con ellos* de mayo de 2015.
2. Las presentes directrices técnicas proporcionan orientación sobre el manejo ambientalmente racional de los desechos que contengan dibenzoparadioxinas policloradas (PCDD), dibenzofuranos policlorados (PCDF), hexaclorobenceno (HCB), bifenilos policlorados (PCB), pentaclorobenceno (PeCB) o naftalenos policlorados (PCN) producidos de forma no intencional, o que estén contaminados con ellos, de conformidad con diversas decisiones de dos acuerdos multilaterales ambientales sobre productos químicos y desechos.<sup>1</sup> Las PCDD, los PCDF, el HCB y los PCB fueron incluidos en el anexo C del Convenio de Estocolmo (Producción no intencional), al momento de aprobarse el Convenio. El PeCB fue incluido en el anexo C del Convenio en 2009 y la enmienda entró en vigor en 2010. Los PCN, entre ellos los dicloronaftalenos (di-CN), tricloronaftalenos (tri-CN), tetracloronaftalenos (tetra-CN), pentacloronaftalenos (penta-CN), hexacloronaftalenos (hexa-CN), heptacloronaftalenos (hepta-CN) y octacloronaftaleno (octa-CN), fueron incluidos en 2015, y la enmienda entró en vigor en 2016.
3. Las presentes directrices técnicas abarcan todos los contaminantes orgánicos persistentes (COP) que se forman y se liberan de forma no intencional a partir de las fuentes antropógenas enumeradas en el anexo C del Convenio de Estocolmo (Producción no intencional), es decir, PCDD, PCDF, PCB, HCB, PeCB y PCN.
4. Los contaminantes orgánicos persistentes fabricados intencionalmente no están cubiertos por las presentes directrices técnicas, pero son objeto de las siguientes directrices técnicas específicas:
  - a) Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en bifenilos policlorados, terfenilos policlorados, naftalenos policlorados o bifenilos polibromados, incluido el hexabromobifenilo, que los contengan o estén contaminados con ellos (PNUMA, 2017);
  - b) Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los desechos consistentes en los plaguicidas aldrina, alfa hexaclorociclohexano, beta hexaclorociclohexano, clordano, clordecona dieldrina, endrina, heptacloro, hexaclorobenceno (HCB), hexaclorobutadieno, lindano, mirex, pentaclorobenceno, pentaclorofenol y sus sales, ácido perfluorooctano sulfónico, endosulfán técnico y sus isómeros conexos o toxafeno o con hexaclorobenceno como producto químico industrial, que los contengan o estén contaminados con ellos (Directrices técnicas sobre plaguicidas COP). (PNUMA, 2017a);
  - c) Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en 1,1,1-tricloro-2,2-bis(4-clorofenil)etano (DDT), que lo contengan o estén contaminados con él (PNUMA, 2006);
  - d) Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los desechos consistentes en ácido perfluorooctano sulfónico (PFOS), sus sales y fluoruro de perfluorooctano sulfonilo (PFOSF), que los contengan o estén contaminados con ellos (PNUMA, 2015);
  - e) Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los desechos consistentes en éter de hexabromodifenilo (hexaBDE) y éter de heptabromodifenilo (heptaBDE) o éter de tetrabromodifenilo (tetraBDE) y éter de pentabromodifenilo (pentaBDE), que los contengan o estén contaminados con ellos (PNUMA, 2015a);

---

<sup>1</sup> Decisiones IV/17, V/26, VI/23, VII/13, VIII/16, BC-10/9, BC-11/3, BC-12/3 y BC-13/4 de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación; decisiones OEWG-I/4, OEWG-II/10, OEWG-III/8, OEWG-IV/11, OEWG-V/12, OEWG-8/5 y OEWG-9/3 y OEWG-10/4 del Grupo de Trabajo de composición abierta del Convenio de Basilea; resolución 5 de la Conferencia de Plenipotenciarios para el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes; 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 decisiones SC-1/21, SC-2/6, SC-4/16, SC-5/9 y SC-6/11 y SC-7/14 de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes.

- f) Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los desechos consistentes en hexabromociclododecano, que lo contengan o estén contaminados con él (PNUMA, 2015b);
- g) Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los desechos consistentes en pentaclorofenol y sus sales y ésteres que lo contengan o estén contaminados con ellos (PNUMA, 2017b).
- (h) Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los desechos consistentes en hexaclorobutadieno, que lo contengan o estén contaminados con él (PNUMA, 2017c).

5. El presente documento debería utilizarse conjuntamente con las “*Directrices técnicas generales para la gestión ambientalmente racional de desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes, que los contengan o estén contaminados con ellos*” (en adelante “las Directrices técnicas generales”) (PNUMA, 2017d). Las Directrices técnicas generales tienen como propósito servir de guía general sobre la GAR de los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos.

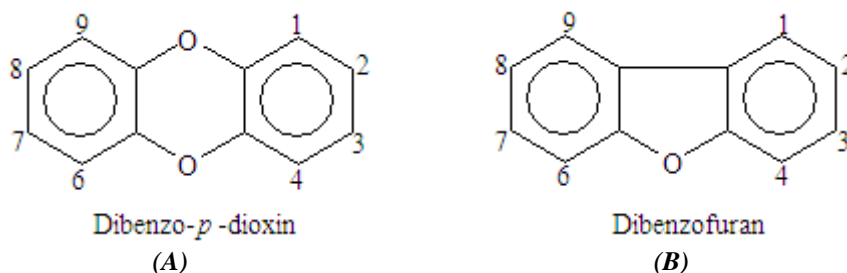
6. En el presente documento se hace referencia a las directrices técnicas sobre los PCB y a las directrices técnicas sobre los plaguicidas COP, cuando la información es común tanto a los COP producidos de forma intencional como no intencional.

## B. Descripción, producción y desechos

### 1. Descripción

#### a) PCDD y PCDF

7. Las PCDD y los PCDF son hidrocarburos aromáticos halogenados tricíclicos constituidos por dos anillos bencénicos unidos por dos átomos de oxígeno en carbonos adyacentes en cada uno de los anillos de benceno en el caso de las PCDD y por un átomo de oxígeno y un enlace carbono-carbono en carbonos adyacentes en los PCDF. En la figura 1, que aparece a continuación, se muestra la estructura molecular de compuestos no clorados.



**Figura 1:** Estructuras de la dibenzoparadioxina (A) y del dibenzofurano (B)

8. Los dos grupos de productos químicos pueden tener hasta ocho átomos de cloro unidos a los átomos 1 a 4 y 6 a 9 de carbono. Cada uno de los compuestos que se generan con la sustitución por cloro se denominan congéneres. La diferencia de cada congénere reside en la cantidad de átomos de cloro y su posición alrededor de los núcleos aromáticos. En total, existen 75 posibles congéneres de la PCDD y 135 del PCDF. De las PCDD y los PCDF, el que más se investiga es la 2,3,7,8-tetraclorodibenzoparadioxina (TCDD).

9. Se considera que los congéneres que tienen hasta un máximo de tres átomos de cloro no revisten gran importancia toxicológica. Por el contrario, se ha demostrado que los 17 congéneres con sustituciones de átomos de cloro en las posiciones 2, 3, 7 y 8 (es decir, en las posiciones laterales de los anillos aromáticos) plantean riesgos para la salud y el medio ambiente. Si se aumenta la sustitución de cuatro a ocho átomos de cloro por lo general descende notablemente la potencia.

10. Las PCDD y los PCDF tienen una muy baja solubilidad en el agua, coeficientes elevados de partición octanol-agua, baja presión de vapor y fuerte capacidad de adsorción a las partículas y superficies, y son resistentes a la degradación química y bioquímica en condiciones ambientales. Por lo tanto, persisten en el medio ambiente y por su alta liposolubilidad e inherente estabilidad se bioconcentran y acumulan en la cadena alimentaria. En las emisiones de procesos térmicos e industriales se ha detectado casi la totalidad de los 210 congéneres de las PCDD y los PCDF y, por consiguiente, se los encuentra en mezclas en matrices ambientales como el suelo, los sedimentos, el aire, las plantas y animales inferiores, aunque por su baja solubilidad acuosa casi no se los puede

detectar en el agua. Debido a sus propiedades fisicoquímicas, las PCDD y los PCDF son prácticamente inmóviles en los suelos.

11. Cuando se los encuentra en el medio ambiente, en los tejidos biológicos y en fuentes industriales, las PCDD y los PCDF por lo general se presentan como mezclas complejas y la concentración de sus diversos congéneres puede ser muy variada. La potencia de las PCDD y los PCDF se ha determinado en relación con la 2,3,7,8-TCDD, que es el miembro más tóxico de la clase de dioxinas. Esos valores se conocen como factores de equivalencia tóxica (FET). Para que se lo incluya en el conjunto de FET, una PCDD o un PCDF tiene que unirse al receptor de aril hidrocarburos (Ah), inducir respuestas tóxicas y bioquímicas mediadas por el receptor Ah, ser persistente y acumularse en la cadena alimentaria (OMS, 1998; van den Berg *et al.*, 1998 y 2006). Para calcular la potencia tóxica de una mezcla dada de las PCDD y los PCDF, se multiplica la concentración en masa de cada congénere por su FET y se suman los resultados para obtener el equivalente de toxicidad (EQT) de la mezcla.

12. El examen más reciente de los FET fue el que realizó un grupo de expertos para la Organización Mundial de la Salud en 2005 (van den Berg *et al.*, 2005). De acuerdo con el conjunto de FET de la OMS, a la TCDD se le asigna un FET de 1,0 y los demás PCDD y PCDF tienen valores de FET que oscilan entre 1,0 y 0,0001. En el conjunto de FET de la OMS también se incluyen los congéneres de PCB que se considera exhiben características similares a las dioxinas, y sus FET oscilan entre 0,1 y 0,00001. A pesar de que dos publicaciones de la OMS sobre los factores de equivalencia tóxica recomiendan incluir algunos PCN, hasta el momento los expertos de la OMS no ha propuesto ningún FET (van den Berg *et al.*, 2006; van den Berg *et al.*, 2013).<sup>2</sup> En el conjunto de FET de la OMS válido a partir de 1998 (van den Berg *et al.*, 1998) se han establecido tres subconjuntos, uno para los seres humanos y otros mamíferos y otros dos para las aves y los peces respectivamente. Para la evaluación de los riesgos para los seres humanos, obviamente deben aplicarse los FET para los seres humanos y otros mamíferos.

13. Cabe notar que en gran parte de las legislaciones nacionales todavía se aplica el conjunto internacional anterior de FET, establecido por el Comité sobre los Desafíos de la Sociedad Moderna de la Organización del Tratado del Atlántico Norte en 1988. En ese conjunto de FET internacional se incluyen solamente los 17 congéneres de PCDD y PCDF con sustituciones por átomos de cloro en las posiciones 2, 3, 7 y 8 y no se incluyen los PCB con características similares a las dioxinas.

14. Según el anexo C del Convenio de Estocolmo, las concentraciones deben notificarse a partir del conjunto de FET de la OMS de 1998. Cabe señalar que esta no es la evaluación más reciente coordinada por la OMS.

**b) PCB**

15. Para información, véase el apartado a) del párrafo 1 de la parte B de la sección I de las directrices técnicas sobre los PCB.

**c) HCB**

16. Para información, véase el apartado a) del párrafo 7 de la parte B de la sección I de las directrices técnicas sobre los plaguicidas COP.

**d) PeCB**

17. Para información, véase el apartado a) del párrafo 10 de la parte B de la sección I de las directrices técnicas sobre los plaguicidas COP.

**e) PCN**

18. Para información, véase el apartado c) del párrafo 1 de la parte B de la sección I de las directrices técnicas sobre los PCB.

**2. Producción no intencional**

19. De conformidad con el artículo 5 del Convenio de Estocolmo, las Partes deben reducir las liberaciones totales derivadas de fuentes antropógenas de cada uno de los productos químicos incluidos

---

<sup>2</sup> Cabe señalar que, de acuerdo con la definición de la OMS, el valor del FET está basado en los resultados de varios estudios *in vivo* e *in vitro*. Los valores de la potencia relativa (REP), sin embargo, se han obtenido de un solo estudio *in vivo* o *in vitro* (van den Berg *et al.*, 1998). Por consiguiente, debe hacerse una clara diferenciación entre los REP y los FET.



en el anexo C (a saber, PCDD, PCDF, HCB, PCB, PeCB o PCN) producidos de forma no intencional), con la meta de seguir reduciéndolas al mínimo y, en los casos en que sea viable, eliminarlas definitivamente.

**a) PCDD y PCDF**

20. Las PCDD y los PCDF nunca se han producido de forma intencional o utilizado comercialmente, salvo en muy pequeñas cantidades con fines analíticos y de investigación.

21. Se liberan de manera no intencional mediante **procesos químico industriales**, como la fabricación de productos químicos, y **procesos térmicos**, como la incineración de desechos cuando están presentes el carbono, el oxígeno, el hidrógeno y el cloro, ya sea en forma elemental, orgánica o inorgánica. En algún momento del proceso de síntesis, los átomos de carbono, tanto los presentes en un precursor como los generados por una reacción química, deben asumir una estructura aromática.

22. Las PCDD y los PCDF pueden aparecer como contaminantes en traza en una serie de productos químicos cuando están presentes el carbono, el hidrógeno, el oxígeno y el cloro. Se considera que una o varias de las siguientes condiciones favorecen la formación de PCDD y PCDF en los procesos químicos (PNUMA, 2006; PNUMA, 2013).

- a) Temperaturas elevadas (> 150 °C);
- b) Condiciones alcalinas;
- c) Catalizadores de metales;
- d) Radiaciones ultravioleta (UV) u otros iniciadores de radicales.

23. Los procesos químicos que pueden llevar a la formación de PCDD y PCDF incluyen la fabricación de clorofenoles tales como el pentaclorofenol. La propensión a la formación de las PCDD y los PCDF en la fabricación de clorofenoles se ha notificado como se indica a continuación:

Clorofenoles > clorobencenos > alifáticos clorados > inorgánicos clorados.

24. Las PCDD y los PCDF también pueden formarse como subproductos no intencionales en procesos de combustión, principalmente a temperaturas que oscilan entre 200 °C y 650 °C, con un valor máximo alrededor de 300 °C. Por consiguiente, pueden formarse como productos no intencionales en determinados procesos en que se calienta material carbonáceo en presencia de sustancias cloradas orgánicas o inorgánicas (incluido el cloruro de sodio, es decir, la sal común) junto con compuestos de oxígeno o que contienen oxígeno en ciertas condiciones de temperatura, tiempo de residencia, humedad y presencia de catalizadores.

25. En los procesos térmicos, hay dos vías principales por las que se pueden sintetizar las PCDD y los PCDF: a partir de precursores, como los fenoles clorados o *de novo* de estructuras carbonáceas en las cenizas volantes, carbono activado, hollín o productos de molécula más pequeña de la combustión incompleta. En condiciones de combustión deficiente, las PCDD y los PCDF pueden formarse en el propio proceso de quema. Se ha informado de la presencia de PCDD/PCDF en las cenizas volantes tanto de los incineradores mal operados como de los incineradores donde se aplican las mejores técnicas disponibles. Este último caso es debido al aumento de la eficiencia de los equipos de depuración de gases de combustión, ya que los contaminantes de la fase gaseosa quedan capturados en los residuos sólidos (por ejemplo, materiales absorbentes tales como carbón activo, coque) (PNUMA, 2013).

26. Entre las variables y las condiciones que inciden en la formación de las PCDD y los PCDF en los procesos térmicos, las siguientes desempeñan un papel importante (PNUMA, 2006):

- a) Tecnología: la formación de las PCDD y los PCDF puede ocurrir tanto como resultado de técnicas de combustión deficiente como por cámaras de post-combustión y dispositivos de control de la contaminación atmosférica manejados deficientemente; Las técnicas de combustión varían de las muy simples y muy deficientes, como la quema a cielo abierto, a las muy complejas y mejoradas, como la incineración mediante la utilización de las mejores técnicas disponibles;
- b) Temperatura: se ha informado que la formación de las PCDD y los PCDF en la zona de post-combustión y en los dispositivos de control de la contaminación atmosférica oscila entre 200 °C y 650 °C; existe consenso general de que el rango de mayor formación está entre 200 °C y 450 °C, con un máximo cercano a 300 °C;
- c) Metales: se sabe que el cobre, hierro, zinc, aluminio, cromo y manganeso catalizan la formación, cloración y dechloración de las PCDD y los PCDF;
- d) Azufre y nitrógeno: las sustancias químicas que contienen azufre y nitrógeno inhiben la formación de las PCDD y los PCDF, pero pueden generar otros productos indeseados;

e) Cloro: el cloro debe estar presente en forma orgánica, inorgánica o elemental. Su presencia en las cenizas volantes o en forma elemental en la fase gaseosa puede ser de especial importancia;

f) PCB: los PCB también son precursores de la formación de PCDF.

27. En el “Instrumental para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas y furanos y otros contaminantes orgánicos persistentes de producción no intencional con arreglo al artículo 5 del Convenio de Estocolmo” (en adelante “Instrumental para los COP de producción no intencional”) (PNUMA, 2013), el cual contiene orientación para la elaboración de inventarios de liberaciones de COP producidos de forma no intencional, se presenta una lista completa de las fuentes que pueden liberar al medio ambiente PCDD y PCDF y, en menor medida, otros COP producidos de forma no intencional enumerados en el anexo C del Convenio de Estocolmo.

**b) PCB**

28. Los PCB pueden formarse de forma no intencional y liberarse a partir de las mismas fuentes que producen y liberan las PCDD y los PCDF (PNUMA, 2006; PNUMA, 2013); entre estas fuentes se encuentran el funcionamiento inadecuado de incineradores y la combustión de desechos a temperaturas inadecuadas, especialmente durante la incineración al aire libre y otras quemaduras a cielo abierto de desechos. Asimismo, los PCB han sido identificados recientemente como contaminantes no deseados en una serie de pigmentos para colorantes (Grossman, 2013).

**c) HCB**

29. El HCB se produce de forma no intencional como subproducto de la fabricación de percloroetileno (conocido también como tetracloroetileno, PER o PERC), tetracloruro de carbono y, en cierta medida, tricloroetileno. Para mayor información, véase el apartado b) del párrafo 7 de la parte B de la sección I de las directrices técnicas sobre plaguicidas COP.

30. El HCB también se produce de forma no intencional durante la fabricación de ciertos productos químicos como el cloranil (2,3,5,6-tetracloro -2,5-ciclohexadieno -1,4-diona), el cual es utilizado como fungicida. Además, el HCB es un producto intermedio en la síntesis de medicamentos y plaguicidas y un agente oxidante empleado en la síntesis orgánica, en particular de las sustancias intermedias para los colorantes. En muestras procedentes de China se encontraron concentraciones en el rango de  $\mu\text{g}$  por  $\text{kg}$  (4 a 391  $\mu\text{g}$  por  $\text{kg}$ ) (Liu *et al.*, 2012).

31. El HCB también puede emitirse a partir de fuentes relacionadas con la combustión cuando no hay una descomposición completa de los desechos por malas condiciones de combustión tales como bajas temperaturas, falta de oxígeno o turbulencia en los incineradores o en la quema de desechos al aire libre, es decir, cuando se dan las mismas condiciones que las que pueden generar PCDD y PCDF.

**d) PeCB**

32. El PeCB es una sustancia intermedia en la producción del fungicida pentacloronitrobenzoceno (PCBN, incluido el quintoceno, pero no limitado a este). Se puede producir como impureza en la producción de otros compuestos orgánicos clorados.

33. El PeCB también se produce de forma no intencional durante la fabricación de ciertos productos químicos como el cloranil (2,3,5,6-tetracloro -2,5-ciclohexadieno -1,4-diona). Las concentraciones en muestras procedentes de China estaban en el mismo rango que las del HCB (de 12  $\mu\text{g}/\text{kg}$  a 54  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) (Liu *et al.*, 2012).

34. El PeCB también pueden emitirse a partir de fuentes relacionadas con la combustión cuando no hay una descomposición térmica completa de los materiales orgánicos resultantes de las condiciones conocidas para generar PCDD y PCDF (PNUMA, 2013).

**e) PCN**

35. El PCN se puede generar de forma no intencional de manera similar a los mecanismos que generan PCDD/PCDF, a saber, i) la síntesis *de novo* en procesos térmicos, y ii) la formación en procesos químicos donde se producen compuestos aromáticos y ocurre cloración. Además, los PCN se pueden generar de manera no intencional a partir de precursores orgánicos, por ejemplo, metanos y etanos clorados, en procesos químicos (BAP/BET del PNUMA, 2015).

36. Conforme al proceso ii) descrito anteriormente, se ha informado la presencia de PCN como contaminantes en productos comerciales de PCB tales como arocloros y otros (IARC, 2015).

37. Los PCN están incluidos en el anexo A del Convenio de Estocolmo con una exención específica para el uso como productos intermedios en la producción de naftalenos polifluorados (PFN), entre ellos el octafluoronaftaleno.

### 3. Desechos

38. Los desechos que contienen PCDD, PCDF, PCB, HCB, PeCB o PCN producidos de forma no intencional o que están contaminados con ellos se pueden encontrar en:

- a) Sólidos:
  - (i) Suelos y sedimentos contaminados (sitios contaminados por el uso de determinados plaguicidas (véase PNUMA, 2013), madera tratada, quema a cielo abierto y la industria química);
  - (ii) Fango contaminado (fango que contenga productos químicos producidos a nivel industrial, sólidos y líquidos);
  - (iii) Desechos sólidos contaminados (papel, productos metálicos, plástico, papel, pelusa generada por trituradores de vehículos, objetos pintados, escombros, etc.);
  - (iv) Residuos de sistemas de control de la contaminación del aire y residuos dejados en cámaras de combustión, tales como fangos y cenizas sedimentadas o volantes generadas en procesos que utilizan altas temperaturas (incineradores, plantas generadoras, plantas sinterizadoras (Xhrouet *et al.*, 2001), hornos de cemento, industria metalúrgica secundaria);
  - (v) Equipo drenado con residuos líquidos (equipo eléctrico, hidráulico o de transferencia de calor, motores de combustión interna, equipo para la aplicación de plaguicidas);
  - (vi) Contenedores drenados que contienen residuos líquidos de los equipos descritos en el apartado v) anterior (independientemente de los materiales de los contenedores, los cuales pueden ser tambores de petróleo, botellas de plaguicidas o tanques de almacenamiento de desecho) o materiales absorbentes;
  - (vii) Madera contaminada (madera contaminada con PCB o impregnada con plaguicidas);
  - (viii) Desechos de cuero;
  - (ix) Productos/artículos producidos utilizando PFN;
  - (x) Materiales/productos a los que antes se aplicaban PCN (con frecuencia idénticos al PCB en aplicaciones abiertas), entre ellos: neopreno/cloropreno, artículos pintados (por ejemplo, buques, acero), cables;
- b) Líquidos:
  - (i) Aceites contaminados (que están contenidos en motores de combustión interna o que han sido drenados de esos motores y de equipo eléctrico, hidráulico o de transferencia de calor);
  - (ii) Determinadas formulaciones plaguicidas (herbicidas, conservantes de madera);
  - (iii) Desechos líquidos orgánicos mezclados (pinturas, colorantes, aceites, disolventes);
  - (iv) Aguas de desecho contaminadas (efluentes industriales, agua de depuradores y cortinas para el control de la contaminación, aguas de enfriamiento, aguas servidas);
  - (v) Lixiviado de vertederos.

39. Además, en las partes II y III del anexo C del Convenio de Estocolmo se enumeran las categorías de fuentes que tal vez incluyan desechos que contengan PCDD, PCDF, HCB, PCB, PeCB o PCN producidos de forma no intencional, o estén contaminados con ellos. Véase la sección B del capítulo II, *infra*.

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

### A. Convenio de Basilea

40. En el artículo 1 (“Alcance del Convenio”) se reseñan los tipos de desechos que están sujetos al Convenio de Basilea. En el apartado a) de dicho artículo se explican las dos maneras de determinar si un “desecho” es “desecho peligroso” a los efectos del Convenio: en primer lugar, los desechos deben pertenecer a cualquiera de las categorías enumeradas en el anexo I del Convenio (“Categorías de desechos que hay que controlar”) y, en segundo lugar, los desechos deben poseer al menos una de las características enumeradas en el anexo III del Convenio (“Lista de características peligrosas”).

41. En los anexos I y II se enumeran algunos de los desechos que tal vez contengan PCDD, PCDF, HCB, PCB, PeCB o PCN producidos de forma no intencional, o que estén contaminados con estos. Entre ellos se incluyen los siguientes:

- a) Y5: Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera;
- b) Y6: Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos;
- c) Y8: Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados;
- d) Y9: Mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua;
- e) Y10: Sustancias y artículos de desecho que contengan o estén contaminados por bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB);
- f) Y12: Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices;
- g) Y18: Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales;
- h) Y39: Fenoles; compuestos fenólicos con inclusión de clorofenoles;
- i) Y41: Solventes orgánicos halogenados;
- j) Y42: Disolventes orgánicos, con exclusión de disolventes halogenados;
- k) Y43: Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados;
- l) Y44: Cualquier sustancia del grupo de las dibenzoparadioxinas policloradas;
- m) Y45: Compuestos orgánicos halogenados, que no sean las sustancias mencionadas en el presente anexo (por ejemplo, Y39, Y41, Y42, Y43, Y44);
- n) Y47: residuos resultantes de la incineración de los desechos domésticos.

42. Se supone que los desechos enumerados en el anexo I presentan una o varias de las características peligrosas descritas en el anexo III, que pueden ser, por ejemplo, H6.1 “Tóxicos (venenos) agudos”, H11 “Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos)” o H12 “Ecotóxicos”, a menos que, mediante “pruebas nacionales”, se pueda demostrar que no presentan esas características. Las pruebas nacionales pueden ser útiles para determinar una característica peligrosa específica enumerada en el anexo III hasta que exista una definición completa de la característica peligrosa. Los documentos de orientación relativos a las características peligrosas H11, H12 y H13 del anexo III, fueron aprobadas de forma provisional por la Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea en sus sexta y séptimas reuniones.

43. En la lista A del anexo VIII se describen los desechos que “están caracterizados como peligrosos de conformidad con el apartado a) del párrafo 1 del artículo 1 del presente Convenio”, aunque “su inclusión en este anexo no obsta para que se use el anexo III [características peligrosas] para demostrar que un desecho no es peligroso” (párrafo b) del anexo I). En la lista B del anexo IX se incluyen los desechos que “no estarán sujetos a lo dispuesto en el apartado a) del párrafo 1 del artículo 1 del Convenio, a menos que contengan materiales incluidos en el anexo I en cantidad tal que les confiera una de las características del anexo III.” Las siguientes categorías de desechos del anexo VIII son aplicables a las PCCD, PCDF, HCB, PCB, PeCB o PCN producidos de forma no intencional:

a) A 1180: Montajes eléctricos y electrónicos de desecho o restos de éstos<sup>3</sup> que contengan componentes como acumuladores y otras baterías incluidos en la lista A, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados y capacitadores 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 en la lista B B1110);<sup>4</sup>

b) A1190: Cables de metal de desecho recubiertos o aislados con plástico que contengan o estén contaminados con alquitrán de hulla, PCB, plomo, cadmio, otros compuestos orgánicos halogenados u otros constituyentes del anexo I en tal grado que posean alguna de las características del anexo III;

c) 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 de igual o superior a 50 mg/kg;<sup>5</sup>

d) A4110: Desechos que contienen, consisten o están contaminados con algunos de los productos siguientes:

- Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados;
- Cualquier sustancia del grupo de las dibenzodioxinas policloradas.

44. La Lista A del anexo VIII incluye varios desechos o categorías de desechos que tienen el potencial de contener PCDD, PCDF, HCB, PCB, PeCB o PCN producidos de forma no intencional o estar contaminados por 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 presenten 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);<sup>6</sup>

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) A3070: Desechos de fenoles, compuestos fenólicos, incluido el clorofenol en forma de líquido o de lodo;

h) A3120: Pelusas - fragmentos ligeros resultantes del desmenuzamiento;

i) A3150: Desechos de disolventes orgánicos halogenados;

j) A3160: Desechos resultantes de residuos no acuosos de destilación halogenados o no halogenados derivados de operaciones de recuperación de disolventes orgánicos;

k) A4040: Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera;<sup>7</sup>

<sup>3</sup> En esta entrada no se incluyen restos de montajes de generación de energía eléctrica.

<sup>4</sup> La concentración de PCB es igual o superior a 50 mg/kg.

<sup>5</sup> Se considera que el nivel de 50 mg/kg es un nivel práctico internacional para todos los desechos. No obstante, muchos países han establecido en sus reglamentaciones niveles inferiores (por ejemplo, 20 mg/kg) para desechos específicos.

<sup>6</sup> La categoría B2050 reza lo siguiente: "Cenizas volantes de centrales eléctricas o carbón, no incluidas en la lista A."

<sup>7</sup> Este apartado no incluye la madera tratada con preservadores químicos.

- 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 artículo correspondiente de 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) 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;
- o) A4160: Carbono activado consumido no incluido en la lista B (véase el artículo correspondiente de la lista B B2060).<sup>8</sup>

45. La lista B del anexo IX del Convenio enumera los 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.” La lista B incluye una serie de desechos o categorías de desechos que pueden contener o estar contaminados con PCDD, PCDF, HCB, PCB, PeCB o PCN, incluyendo:

- a) B1010: Desechos de metales y de aleaciones de metales, en forma metálica y no dispersable, en particular:
- Chatarra de hierro y acero; y
  - Chatarra de aluminio;<sup>9</sup>
- b) B2080: Desechos de yeso resultante de procesos de la industria química no incluidos en la lista A (véase el apartado correspondiente de la lista A A2040);
- c) B2050: Cenizas volantes de centrales eléctricas a carbón, no incluidas en la lista A (véase el apartado correspondiente de la lista A A2060);
- d) B2060: Carbón activado consumido que no contenga ninguno de los constituyentes del anexo I en grado tal que muestre características del anexo III, por ejemplo, carbono resultante del tratamiento de agua potable y de los procesos de la industria alimenticia y la producción de vitaminas (obsérvese el artículo correspondiente A A4160 de la lista A).

46. Para más información, véase la parte A de la sección II de las Directrices técnicas generales.

## B. Convenio de Estocolmo

47. En relación con los COP que se generan de forma no intencional como resultado de la actividad humana, en el artículo 5 del Convenio (“Medidas para reducir o eliminar las liberaciones derivadas de la producción no intencional”) se estipula que cada Parte adoptará “medidas para reducir las liberaciones totales derivadas de fuentes antropógenas de cada uno de los productos químicos incluidos en el anexo C, con la meta de seguir reduciéndolas al mínimo y, en los casos en que sea viable, eliminarlas definitivamente”. En la parte I del anexo C (“Producción no intencional”), se enumeran los PCDD, PCDF, HCB, PCB, PeCB y PCN, especificados como dicloronaftalenos (di-CN), tricloronaftalenos (tri-CN), tetracloronaftalenos (tetra-CN), pentacloronaftalenos (penta-CN), hexacloronaftalenos (hexa-CN), heptacloronaftalenos (hepta-CN) y octacloronaftaleno (octa-CN).

48. En la parte II del anexo C se enumeran las siguientes categorías de fuentes industriales que tienen un potencial de formación y liberación relativamente elevadas de PCDD, PCDF, HCB, PCB, PeCB o PCN producidos de forma no intencional:

- a) Incineradores de desechos, incluidas los coincineradores de desechos municipales, peligrosos o médicos o de fango cloacal;
- b) Desechos peligrosos procedentes de la combustión en hornos de cemento;

<sup>8</sup> La categoría B2060 reza lo siguiente: Carbono activado consumido que no contenga ninguno de los constituyentes del anexo I en grado tal que muestre características del anexo III, por ejemplo, carbono resultante del tratamiento de agua potable y de los procesos de la industria alimenticia y la producción de vitaminas.”

<sup>9</sup> Para consultar la entrada completa, véase el anexo IX del Convenio de Basilea.

- c) Producción de pasta de papel utilizando cloro elemental o productos químicos que producen cloro elemental para el blanqueo;
- d) Los siguientes procesos térmicos de la industria metalúrgica:
  - (i) Producción secundaria de cobre;
  - (ii) Plantas de sinterización en la industria del hierro e industria siderúrgica;
  - (iii) Producción secundaria de aluminio;
  - (iv) Producción secundaria de zinc.

49. En la parte III del anexo C se enumeran las categorías de fuentes a partir de las cuales también podrían formarse y liberarse en forma no intencional PCDD, PCDF, HCB, PCB, PeCB o PCN entre las que se cuentan las siguientes:

- a) Quema a cielo abierto de desechos, incluida la quema en vertederos;
- b) Procesos térmicos de la industria metalúrgica no mencionados en la parte II del anexo C;
- c) Fuentes de combustión domésticas;
- d) Calderas domésticas e industriales alimentadas por combustión de combustibles fósiles;
- e) Instalaciones de combustión de madera u otros combustibles de biomasa;
- f) Procesos de producción de productos químicos determinados que liberan contaminantes orgánicos persistentes formados de manera no intencional, especialmente la producción de clorofenoles y cloranil;
- g) Crematorios;
- h) Vehículos automotores, en particular los que utilizan gasolina con plomo como combustible;
- i) Destrucción de carcasas de animales;
- j) Teñido (con cloranil) y terminación (con extracción alcalina) de textiles y cueros;
- k) Plantas de trituración para el tratamiento de vehículos una vez acabada su vida útil;
- l) Combustión lenta de cables de cobre;
- m) Desechos de refinerías de petróleo.

50. En la parte V del anexo C se ofrece una orientación general a las Partes sobre las mejores técnicas disponibles (BAT) y las mejores prácticas ambientales (BEP) para evitar o reducir las liberaciones de COP producidos de forma no intencional. En las *Directrices sobre mejores técnicas disponibles y orientación provisional sobre mejores prácticas ambientales conforme al Artículo 5 y Anexo C del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes* se ofrece orientación específica (PNUMA, 2007).

51. Para más información, véase la parte B de la sección II de las Directrices técnicas generales.

### **III. Disposiciones del Convenio de Estocolmo que se han de abordar en cooperación con el Convenio de Basilea**

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

52. Se deberán aplicar las definiciones provisionales para bajo contenido de COP siguientes:
- a) PCDD/PCDF: 15 µg EQT/kg;
  - b) PCB: 50 mg/kg;<sup>10</sup>
  - c) HCB: 50 mg/kg;<sup>11</sup>
  - d) PeCB: 50 mg/kg;<sup>12</sup>

<sup>10</sup> Determinado conforme a métodos y normas nacionales o internacionales

<sup>11</sup> *Ibid.* 10.

e) PCN: 10 mg/kg.<sup>13</sup>

53. El bajo contenido de COP descrito en el Convenio de Estocolmo es independiente de las disposiciones sobre desechos peligrosos del Convenio de Basilea.

54. Los desechos con un contenido de PCB, PCDD/PCDF, HCB, PeCB o PCN superior a los valores especificados en el párrafo 52, tienen que eliminarse de modo tal que el contenido de COP se destruya o se transforme de forma irreversible de acuerdo con los métodos descritos en la subsección IV.G.2. De no ser así, se tienen que eliminar de forma ambientalmente racional cuando la destrucción o la transformación irreversible no representen la opción preferible desde el punto de vista del medio ambiente según los métodos descritos en la subsección IV.G.3.

55. Los desechos con un contenido de PCB, PCDD/PCDF, HCB, PeCB o PCN igual o inferior a los valores especificados en el párrafo 52, tienen que eliminarse de conformidad con los métodos descritos en la subsección IV.G.4 (métodos de eliminación cuando el contenido de COP es bajo) y tomando en consideración las subsecciones IV.I.1 y IV.I.2 (en situaciones de mayor y menor riesgo, respectivamente).

56. Para más información, véase la parte A de la sección III de las Directrices técnicas generales.

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

57. Para información, véase la parte B de la sección III de las Directrices técnicas generales.

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

58. Para información, véase la sección G del capítulo IV *infra*, y la parte G de la sección IV de las directrices técnicas generales.

# **IV. Orientación sobre el manejo ambientalmente racional**

## **A. Consideraciones generales**

59. Para información, véase la parte A de la sección IV de las Directrices técnicas generales.

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

60. Las Partes en el Convenio de Basilea y el Convenio de Estocolmo deberán examinar sus estrategias, políticas, controles, normas y procedimientos nacionales para cerciorarse de que se ajustan a los dos convenios y a las obligaciones contraídas en virtud de ellos, en especial las relativas a la gestión ambientalmente racional de los desechos consistentes en PCDD, PCDF, HCB, PCB, PeCB o PCN, que los contengan o estén contaminados con ellos.

61. Entre los elementos de un marco reglamentario aplicable a las sustancias enumeradas en el anexo C del Convenio deberían figurar medidas para evitar la generación de desechos y garantizar la gestión ambientalmente racional. Entre las medidas y controles podrían encontrarse los siguientes:

- a) Legislación de protección del medio ambiente en que se establezcan un régimen de reglamentación, límites de liberaciones y criterios de calidad del medio ambiente;
- b) Requisitos para el transporte de materiales y desechos peligrosos;
- c) Especificaciones para los contenedores, los equipos, los contenedores a granel y los locales de almacenamiento;
- d) Especificación de los métodos analíticos y de muestreo aceptables;
- e) Requisitos para las instalaciones de gestión y eliminación de los desechos;
- f) Definiciones de los desechos peligrosos y las condiciones y los criterios para la identificación y clasificación de los desechos de PCDD, PCDF, HCB, PCB, PeCB o PCN como desechos peligrosos;

<sup>12</sup> *Ibid.* 10.

<sup>13</sup> *Ibid.* 10.



- g) Un requisito general para la notificación y el examen públicos de los proyectos de reglamentos oficiales, políticas, certificados de aprobación y licencias e información sobre el inventario y datos sobre emisiones y liberaciones nacionales;
  - h) Requisitos para la determinación, evaluación y rehabilitación de los lugares contaminados;
  - i) Requisitos relativos a la salud y la protección de seguridad de los trabajadores;
  - j) Otros posibles controles legislativos, por ejemplo, prevención y minimización de los desechos, establecimiento de inventarios, medidas en situaciones de emergencia;
  - k) Los requisitos para las BAT/BEP que se utilizarán para las tecnologías de destrucción del contenido de COP de los desechos peligrosos y para los vertederos e instalaciones de manejo de desechos;
  - l) Las reglamentaciones que imponen restricciones a la quema a cielo abierto de los contenidos de COP de desechos domésticos;
  - m) Las reglamentaciones para la eliminación de cenizas (incluida la eliminación de cenizas generadas en la quema de desechos agrícolas);
  - n) La evaluación ambiental, incluida la evaluación del impacto ambiental de las nuevas instalaciones en relación con las cuales pueden llegar a ser de importancia los límites de emisiones para los PCDD y PCDF.
62. Para más información, véase la parte B de la sección IV de las Directrices técnicas generales

### C. Prevención y minimización de los desechos

63. En ambos convenios, el de Basilea y el de Estocolmo, se promueve la prevención y minimización de los desechos. Con respecto a las PCDD y los PCDF, el Grupo de Expertos sobre mejores técnicas disponibles y mejores prácticas ambientales del Convenio de Estocolmo elaboró las *Directrices sobre mejores técnicas disponibles y orientación provisional sobre mejores prácticas ambientales conforme al artículo 5 y anexo C del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes* (PNUMA, 2007), aplicables a las PCDD y los PCDF, las cuales fueron aprobadas por la Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo en su tercera reunión en 2007. Las directrices técnicas están siendo enmendadas actualmente por el Grupo de Expertos sobre mejores técnicas disponibles y mejores prácticas ambientales a fin de agregar los nuevos COP que se han incluido en el anexo C del Convenio de Estocolmo a partir de 2007.
64. Es probable que todo lo que se haga para reducir la generación y liberación de PCDD y PCDF también reduzca la generación y liberación de HCB, PCB, PeCB o PCN producidos de forma no intencional y generados por los mismos procesos.<sup>14</sup>
65. La mezcla y batido de desechos con un contenido de PCB, PCDD/PCDF, HCB, PeCB o PCN superior a los valores especificados en el párrafo 52 con otros materiales, exclusivamente a los efectos de generar una mezcla con un contenido de COP igual o inferior a los valores especificados en el párrafo 52, no es ambientalmente racional. Sin embargo, tal vez sea necesario mezclar o batir los materiales antes del tratamiento a fin de permitir el tratamiento u optimizar su eficacia.
66. Para más información, véase la sección IV.C de las Directrices técnicas generales, el instrumental para los COP de producción no intencional (PNUMA, 2013) y las directrices sobre las mejores técnicas disponibles y orientación provisional sobre mejores prácticas ambientales (PNUMA, 2007).

### D. Determinación de los desechos

67. El artículo 6, párrafo 1 a) del Convenio de Estocolmo exige que cada Parte elabore, entre otras cosas, estrategias apropiadas para determinar los productos y artículos en uso, así como los desechos consistentes en COP, que los contengan o estén contaminados con ellos. Se recomienda que las Partes consulten el instrumental relativo a los COP de producción no intencional (PNUMA, 2013) para determinar los COP de producción no intencional en productos químicos y productos de consumo.

<sup>14</sup> Para más información, véase el *Instrumental para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas y furanos y otros contaminantes orgánicos persistentes de producción no intencional con arreglo al artículo 5 del Convenio de Estocolmo* (PNUMA, 2013).

68. Para información general sobre la determinación de desechos, véase la sección IV.D de las Directrices técnicas generales.

## 1. Determinación

69. Las PCDD, los PCDF, PCB, HCB, PeCB y los PCN se pueden encontrar en las industrias, equipo y ubicaciones que figuran a continuación (para más detalles, véanse las partes II y III del anexo C del Convenio de Estocolmo y la sección II.B de las presentes directrices):

- a) Incineración de desechos;
- b) Hornos de cemento;
- c) Producción de pasta y de papel;
- d) Industrias metalúrgicas;
- e) Calderas domésticas e industriales alimentadas por combustión de combustibles fósiles;
- f) Producción y utilización de ciertos plaguicidas;
- g) Desguace y recuperación de vehículos automotores;
- h) Equipo drenado que contenga residuos líquidos (equipo eléctrico, hidráulico o de transferencia de calor, motores de combustión interna, equipo para la aplicación de plaguicidas, equipo de desguace de vehículos al final de su vida útil y otros bienes de consumo);
- i) Contenedores drenados con residuos líquidos (tambores de petróleo, bidones de plástico, botellas con plaguicidas, tanques de almacenamiento);
- j) Objetos pintados, con inclusión de madera, cemento y placas para tabiques;
- k) Desechos líquidos orgánicos mezclados (pinturas, colorantes, aceites, disolventes);
- l) Madera tratada o contaminada (contaminada con PCB, impregnada con plaguicidas);
- m) Suelos, sedimentos, rocas y áridos de minas contaminados;
- n) Desechos sólidos contaminados, incluidos escombros;
- o) Fango contaminado;
- p) Aceites contaminados (que están contenidos en motores de combustión interna o que han sido drenados de esos motores y en equipo eléctrico, hidráulico o de transferencia de calor);
- q) Aguas de desecho contaminadas (efluentes industriales, agua de depuradores y cortinas para el control de la contaminación, aguas de enfriamiento, aguas servidas);
- r) Incineración a cielo abierto e incineración al aire libre de residuos agrícolas, tales como residuos de cosechas, rastrojo y bagazo;
- s) Lixiviados de vertederos.

70. Cabe destacar que ni siquiera el personal técnico experimentado podría determinar la naturaleza de un efluente, una sustancia, un contenedor o la pieza de un equipo por su apariencia o sus marcas. Así pues, tal vez las Partes puedan encontrar útil la información sobre producción, utilización y tipos de desechos que se proporciona en la sección B del capítulo I del presente documento a la hora de detectar PCDD, PCDF, HCB, PCB, PeCB o PCN.

## 2. Inventarios

71. De conformidad con el apartado i) del párrafo a) del artículo 5 del Convenio de Estocolmo, deberán elaborarse planes de acción relativos a los COP de producción no intencional (es decir, productos químicos incluidos en el anexo C del Convenio) que deben contener una evaluación de las liberaciones actuales y proyectadas de dichos productos químicos, incluida la preparación y el mantenimiento de inventarios de fuentes y estimaciones de liberaciones, tomando en consideración las fuentes de COP de producción no intencional incluidas en el anexo C. Tales inventarios son importantes para la identificación, cuantificación y caracterización de los desechos.

72. El Instrumental sobre los COP de producción no intencional (PNUMA, 2013) constituye la compilación más amplia de que se dispone sobre los factores de emisión de todas las fuentes pertinentes de los productos químicos enumerados en el anexo C del Convenio de Estocolmo. En los países en que los datos de mediciones son limitados, el instrumental permite elaborar inventarios de fuentes y estimaciones de liberaciones mediante la utilización de factores de emisión por defecto.

Como la producción de PCDD y PCDF va aparejada a liberaciones de PCB, HCB, PeCB o PCN, las liberaciones de PCDD y PCDF son indicativas de liberaciones de otros productos químicos incluidos en el anexo C y pueden utilizarse como base para identificar y priorizar fuentes de liberaciones y para evaluar la eficacia de las medidas adoptadas con vistas a reducir al mínimo y, en última instancia, eliminar las liberaciones de estos productos químicos.

## **E. Muestreo, análisis y vigilancia**

73. Para información de carácter general, véase la parte E de la sección IV de las Directrices técnicas generales.

### **1. Muestreo**

74. Para información sobre muestreo, véase el párrafo 1 de la parte E de la sección IV de las directrices técnicas generales. Cabe señalar que la presencia de PBC, HCB, PeCB o PCN en una muestra no implica necesariamente que el COP se ha formado de manera no intencional. Solo en el caso de las PCDD y los PCDF puede asumirse que todas las concentraciones se han producido de forma no intencional.

75. Antes de comenzar las actividades de muestreo deben establecerse y acordarse los procedimientos estándar (tanto de la matriz del COP como del COP específico).

76. Los tipos de matrices que normalmente se toman como muestras para el análisis de PCDD, PCDF, HCB, PCB, PeCB o PCN generados de forma no intencional incluyen los siguientes:

- a) Productos químicos y plaguicidas que contienen cloro o cuyo proceso de síntesis incluye el uso de cloro, especialmente de clorofenol y sus derivados y otros compuestos aromáticos clorados;
- b) Bienes de consumo de los que se tiene conocimiento que están contaminados con PCDD o PCDF y en los cuales podrían encontrarse PCB, HCB, PeCB o PCN, tales como papel, textiles y cuero blanqueados con productos químicos; productos/artículos utilizando PFN;
- c) Emisiones de chimeneas; por lo general, se analizan solo en busca de PCDD o PCDF, y en ocasiones en busca de PCB similares a las dioxinas. Los métodos de muestreo que se utilizan habitualmente son, entre otros, la norma europea 1948 y EPA TO9. En el caso de cada uno de los demás contaminantes orgánicos persistentes producidos de manera no intencional – PCB, HCB, PeCB y PCN no similares a las dioxinas – no existen métodos normalizados de muestreo y análisis.

### **2. Análisis**

77. En general, deben diferenciarse los métodos de detección de los de confirmación. El análisis completo de los COP de producción no intencional es caro, consume tiempo y requiere equipos sofisticados y personal experimentado. Por consiguiente, no siempre se dispone de capacidad para ello. Sin embargo, existen métodos de detección de estos contaminantes orgánicos persistentes que permiten una preselección de las muestras antes de emprender un análisis de confirmación con equipos sofisticados. Este método de detección puede ahorrar tiempo y costos.

78. Los métodos de detección pueden emplearse para indicar la presencia de COP entre otros productos químicos y habitualmente se utilizan en el caso de productos químicos que requieren instrumentos de análisis sofisticados como las PCDD, los PCDF o los PCB similares a las dioxinas. Se han desarrollado métodos bioanalíticos para detectar compuestos similares a las dioxinas unidos a los receptores de aril hidrocarburos (Ah), por ejemplo, los inmunoensayos o los métodos bioanalíticos de células tipo CALUX, los cuales son lo suficientemente sensibles para determinar los COP similares a las dioxinas a nivel de trazas, aunque también incluyen otros grupos de productos químicos. La Unión Europea ha establecido criterios para el uso de métodos bioanalíticos en controles oficiales para alimentos de personas y animales (UE, 2009 y UE, 2014). Desde el año 2005, el gobierno del Japón también ha permitido el uso de métodos bioanalíticos para medir PCDD, PCDF y PCB similares a las dioxinas en emisiones de gas de incineradores de desechos a pequeña escala y de cenizas de todos los incineradores de desechos (Nakano *et al.*, 2006).

79. En los laboratorios de análisis químicos, también pueden usarse en las etapas de detección unos pasos sencillos de limpieza seguidos de la separación y detección de los valores máximos mediante cromatografía de gases y detector de captura de electrones (CG-DCE).

80. El conjunto de métodos de detección no debería generar falsos negativos. Si no se acuerda lo contrario, todas las muestras que den un resultado positivo deben ser objeto de mediciones de confirmación para la cuantificación final.

81. Entre los métodos de confirmación de los COP de producción no intencional se incluyen la separación de los COP mediante cromatografía de gases con columna capilar seguida del detector que se utilice para identificar y cuantificar. Como figura en las *Orientaciones para el plan de vigilancia mundial de los contaminantes orgánicos persistentes* (PNUMA, 2015c), todos los métodos deben aplicar normas internas para la identificación y cuantificación.
82. Para más información sobre los métodos analíticos de determinación de COP producidos de forma no intencional, véase el anexo II de las presentes directrices.
83. Los análisis para las PCDD y los PCDF, y también para los HCB, PCB, PeCB o PCN<sup>15</sup> como COP producidos de forma no intencional, se diferencian del análisis de los COP producidos de forma intencional en que, por lo general, las concentraciones que se habrán de determinar son considerablemente inferiores a las de otros COP. Para ello es necesario un conocimiento especializado particular, así como equipo especial; por ejemplo, para la cuantificación se pueden utilizar únicamente detectores selectivos de masa.
84. La determinación de los COP de producción no intencional que no sean COP similares a las dioxinas, es decir, los HCB, los PCB, PeCB o los PCN, como son también COP producidos intencionalmente, no se analizan habitualmente con los mismos equipos sofisticados que las PCDD, los PCDF y PCB similares a la dioxina. Además, los seis PCB más comunes (frecuentemente llamado “indicador PCB”), los HCB, los PeCB o los PCN, no se encuentran en la misma fracción después de la purificación que las PCDD, PCDF y los similares a las dioxinas. Los HCB y los PeCB se analizan junto con los plaguicidas COP mediante el uso de la cromatografía de gases con columna capilar en combinación con detectores de captura de electrones o selectivos de masa de baja resolución idóneos. Para más detalles sobre el análisis de los PCB o PCN, remítase a las directrices técnicas sobre PCB y a las directrices técnicas sobre plaguicidas para los HCB y los PeCB.
85. Para mayor información sobre el análisis, véase el párrafo 2 de la parte E de la sección IV de las Directrices técnicas generales.

### 3. Vigilancia

86. Deberán ponerse en práctica programas de observación en relación con las instalaciones de manejo de desechos que contienen o están contaminados con PCDD, PCDF, HCB, PCB, PeCB o PCN. Para más información, véase el párrafo 3 de la parte E de la sección IV de las Directrices técnicas generales.

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

87. Para información general sobre la manipulación, recolección, el embalaje, etiquetado, transporte y almacenamiento, véanse los dos primeros párrafos de la sección F de las Directrices técnicas generales.

### 1. Manipulación

88. Para información, véase el párrafo 1 de la parte F de la sección IV de las Directrices técnicas generales.

### 2. Recolección

89. Es posible que no se detecte en forma adecuada una fracción importante de la totalidad de los inventarios nacionales de desechos que contienen PCDD, PCDF, HCB, PCB, PeCB o PCN, o estén contaminados con ellos.
90. Los costos de la recolección pueden llegar a ser prohibitivos y los gobiernos nacionales, regionales y municipales deberían considerar la posibilidad de establecer sistemas de recolección y remoción de los desechos que contienen PCDD, PCDF, HCB, PCB, PeCB o PCN o que están contaminados con ellos (véase el párrafo 1 de la parte I de la sección IV del presente documento sobre “situaciones de mayor riesgo”).

---

<sup>15</sup> Recientemente se dispone en el mercado de normas analíticas para determinar y cuantificar los PCN, por ejemplo, las de *Cambridge Isotope Laboratories* (<http://www.isotope.com/corporate-overview/newsletters.cfm?nid=The%20Standard%20July%202015&aid=New%20Polychlorinated%20Naphthalenes%20%28PCNs%29>) o las de *Wellington Laboratories* (<http://well-labs.com/wellingtoncatalogue1214.html>).

91. En la recolección y los depósitos de desechos que contengan PCDD, PCDF, HCB, PCB, PeCB o PCN, o estén contaminados con ellos, se debería garantizar que esos desechos se manejan y almacenan por separado de otros desechos.
92. Es imprescindible que los depósitos de recolección no se conviertan en depósitos de largo plazo de desechos que contienen PCDD, PCDF, HCB, PCB, PeCB o PCN, o están contaminados con ellos.
93. Para mayor información, véase el párrafo 2 de la parte F de la sección IV de las directrices técnicas generales.

### **3. Embalaje**

94. Los desechos que contengan PCDD, PCDF, HCB, PCB, PeCB o PCN, o estén contaminados con ellos, deberán embalarse adecuadamente antes de ser almacenados o transportados:
- Los desechos líquidos se colocarán en bidones de acero de doble tapón, o en otro tipo de contenedores aprobados;
  - En los reglamentos que rigen el transporte de materiales peligrosos se suele exigir el uso de contenedores que cumplan determinadas especificaciones (p.ej., de acero calibre 16 con revestimiento interior de resina epóxica). Los contenedores utilizados para el almacenamiento deberán cumplir dichas especificaciones previendo la posibilidad de que sean transportados en el futuro;
  - El equipo grande drenado se podrá almacenar tal cual o colocarse dentro de un contenedor de gran tamaño (contenedor de contenedores) o envolverse en plástico reforzado, si existiera la posibilidad de fugas;
  - Los equipos pequeños, estén libres de líquido o no, deberán colocarse en tambores con un material absorbente, de ser posible, para evitar movimientos excesivos del contenido del contenedor y posibilitar que cualquier fuga o derrame de líquido sea absorbido. En un mismo tambor se pueden colocar muchas unidades de equipo pequeñas, siempre y cuando esos tambores contengan una cantidad suficiente de material absorbente. Los absorbentes se pueden comprar al por menor a los proveedores de dispositivos de seguridad;
  - Para su traslado y almacenamiento, los tambores y el equipo se pueden colocar en paletas para elevadoras de horquilla. Los tambores y el equipo deberán asegurarse a las paletas antes del traslado.
95. Para más información, véase el párrafo 3 de la parte F de la sección IV de las Directrices técnicas generales.

### **4. Etiquetado**

96. Todos los contenedores con desechos que contengan PCDD, PCDF, HCB, PCB, PeCB o PCN, o que estén contaminados con ellos, deberán llevar en un lugar visible una etiqueta con el rótulo de aviso de peligro y una etiqueta con la indicación de los datos específicos del contenedor. Estos datos indicarán el contenido del contenedor (peso o volumen exacto del líquido y tipo de desecho que contiene), el nombre del lugar del que proceden los desechos para poder rastrearlos y, cuando proceda, la fecha de reembalaje de los desechos, así como el nombre y número de teléfono de la persona responsable de la operación de reembalaje.
97. Para más información, véase el párrafo 4 de la parte F de la sección IV de las Directrices técnicas generales.

### **5. Transporte**

98. Para más información, véase el párrafo 5 de la parte F de la sección IV de las Directrices técnicas generales.

### **6. Almacenamiento**

99. Los procedimientos de almacenamiento para los PCDD, PCDF, HCB, PCB, PeCB o PCN deberían ser similares a los utilizados en relación con otros COP, dado que sus propiedades y toxicidad son en general similares a las de los COP.
100. Para más información, véase el párrafo 6 de la parte F de la sección IV de las Directrices técnicas generales.

## **G. Eliminación ambientalmente racional**

### **1. Tratamiento previo**

101. De particular importancia para este tratamiento son las técnicas que se utilizan para separar los COP producidos de forma no intencional de la matriz del desecho. Esas técnicas incluyen el lavado con disolventes y la desorción térmica, dado que en la mayoría de los casos los desechos contaminados con COP producidos de forma no intencional son sustancias sólidas, tales como cenizas volantes y otros residuos derivados de la limpieza de los gases de salida. También puede ser importante la separación del agua y el aceite.

102. Para obtener información, véase el párrafo 1 de la parte G de la sección IV de las Directrices técnicas generales.

### **2. Métodos de destrucción y transformación irreversible**

103. Para obtener información, véase el párrafo 2 de la parte G de la sección IV de las Directrices técnicas generales.

### **3. Otros métodos de eliminación cuando la destrucción o la transformación irreversible no representan la opción preferible desde el punto de vista del medio ambiente**

104. Para obtener información, véase el párrafo 3 de la parte G de la sección IV de las Directrices técnicas generales.

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

105. Para obtener información, véase el párrafo 4 de la parte G de la sección IV de las Directrices técnicas generales.

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

106. Para información, véase la parte H de la sección IV de las Directrices técnicas generales.

## **I. Salud y seguridad**

107. Para información, véase la parte I de la sección IV de las Directrices técnicas generales.

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

108. En esta sección no se incluyen los HCB, PCB, PeCB o PCN producidos de forma no intencional porque es muy poco probable que se generen en concentraciones o volúmenes superiores a los generados en la producción intencional.

109. Para más información sobre situaciones de mayor riesgo, véase el párrafo 1 de la parte I de la sección IV de las Directrices técnicas generales. Las situaciones de mayor riesgo en relación con los PCDD y PCDF pueden ser las siguientes:

- a) Emplazamientos con residuos derivados de los sistemas de control de la contaminación del aire;
- b) Emplazamientos con electrodos de grafito;
- c) Emplazamientos de producción y aplicación de fenoles clorados y sus derivados y fangos y otros desechos derivados de procesos en los que se utiliza cloro elemental;
- d) Consumo de alimentos contaminados con dioxinas.

110. Dado que todo emplazamiento en que se halle PCB también tendrá altas concentraciones de PCDF y habrá PCN, véase asimismo la parte I de la sección IV de las directrices técnicas sobre los PCB.

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

111. Para información sobre las situaciones de menor riesgo, véase el párrafo 2 de la parte I de la sección IV de las Directrices técnicas generales. Las situaciones de menor riesgo en relación con los PCDD y PCDF pueden incluir instalaciones en que se dan COP producidos de forma no intencional en bajas concentraciones y bajos volúmenes.

**J. Medidas para situaciones de emergencia**

112. Se deberán establecer planes de medidas para situaciones de emergencia para los desechos que contengan PCDD, PCDF, HCB, PCB, PeCB o PCN, o estén contaminados con ellos, que estén almacenados, se estén transportando o se encuentren en el sitio de eliminación. En la parte J de la sección IV de las Directrices técnicas generales puede consultarse información adicional sobre planes de medidas para situaciones de emergencia.

**K. Participación de la población**

113. Las Partes en los Convenios de Basilea y de Estocolmo deberán instituir procesos de participación irrestricta de la población. Para más información, véase la parte K de la sección IV de las Directrices técnicas generales.

## Annex I to the technical guidelines\*

### Bibliography

European Union (EU), 2000. *Directive 2000/76/EC of the European Parliament and of the Council of 4 December 2000 on the incineration of waste*, Official Journal of the European Communities L 332/91-111. (The Directive prescribes the application of CEN (European Commission for Standardization) standards for sampling and analysis. The CEN standard for dioxins and furans is European standard EN 1948).

European Union (EU), 2009. *Commission Regulation (EC) No 152/2009 of 27 January 2009 laying down methods of sampling and analysis for the official control of feed*.

European Union (EU), 2014. *Commission Regulation No 589/2014 on Food of 2 June 2014 laying down methods of sampling and analysis for the official control of levels of dioxins, dioxin-like PCBs and non-dioxin-like PCBs in certain foodstuffs and repealing Regulation (EU) No 252/2012*.

Grossman, E., 2013. "Nonlegacy PCBs: Pigment Manufacturing By-Products Get a Second Look", *Environmental Health Perspectives*, vol. 121 No. 3, pp. A86-A92. Available at: <http://ehp.niehs.nih.gov/121-a86/>.

IARC, 2015. Polychlorinated biphenyls and polybrominated biphenyls / IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans (2013: Lyon, France). IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans ; volume 107. ISBN 978 92 832 0173 1 (NLM Classification: W1), ISSN 1017-1606

IMO, 2002. *International Maritime Dangerous Goods Code*. Available from: [www.imo.org](http://www.imo.org).

ISO/TS 16780:2015(en). Water quality — Determination of polychlorinated naphthalenes (PCN) — Method using gas chromatography (GC) and mass spectrometry (MS). <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:ts:16780:ed-1:v1:en>

Liu, W. et al, 2012. "Contamination and emission factors of PCDD/Fs, unintentional PCBs, HxCBz, PeCB and polychlorophenols in chloranil in China", *Chemosphere*, vol. 86 No. 3, pp. 248–251.

Nakano, T., Y. Muroishi, H. Takigami, S. Sakai and M. Morita (2006): Application of simplified analytical methods (for dioxins) that comply with Japanese regulations. *Organohalogen Compd.*, 66, 173–176

UNEP, 2003. *Preparation of a National Environmentally Sound Management Plan for PCBs and PCB-Contaminated Equipment: Training Manual*. Available from: [www.basel.int](http://www.basel.int).

UNEP, 2004. *Interim guidance for developing a national implementation plan for the Stockholm Convention*. Available from: [www.pops.int/documents/guidance/](http://www.pops.int/documents/guidance/).

UNEP, 2006. *Technical guidelines for the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with 1,1,1-trichloro-2,2-bis(4-chlorophenyl)ethane (DDT)*.

UNEP, 2007. *Guidelines on best available techniques and provisional guidance on best environmental practices relevant to Article 5 and Annex C of the Stockholm Convention on persistent organic pollutants*. Available at: <http://chm.pops.int/Implementation/BATandBEP/Guidance/tabid/3636/Default.aspx>.

UNEP, 2013. *Toolkit for Identification and Quantification of Releases of Dioxins, Furans and Other Unintentional POPs under Article 5 of the Stockholm Convention*. Available from: <http://toolkit.pops.int/>

UNEP BAT/BEP, 2015. "Report of the Expert Meeting on Best Available Techniques and Best Environmental Practices and Toolkit for Identification and Quantification of Releases of Dioxins, Furans and Other Unintentional Persistent Organic Pollutants under the Stockholm Convention.

---

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



Bratislava, Slovakia, 29 September – 1 October 2015. Available at <http://chm.pops.int/Default.aspx?tabid=5324>

UNEP, 2015. *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with perfluorooctane sulfonic acid, its salts and perfluorooctane sulfonyl fluoride.*

UNEP, 2015a. *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with hexabromodiphenyl ether and heptabromodiphenyl ether or tetrabromodiphenyl ether and pentabromodiphenyl ether.*

UNEP, 2015b. *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with hexabromocyclododecane.*

UNEP, 2015c. *Guidance on the global monitoring plan for persistent organic pollutants.* Available from: <http://chm.pops.int/Implementation/GlobalMonitoringPlan/Overview/tabid/83/Default.aspx>

UNEP, 2017. *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with polychlorinated biphenyls, polychlorinated terphenyls or polybrominated biphenyls including hexabromobiphenyl. [PCBs technical guidelines]*

UNEP, 2017a. *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with the pesticides aldrin, alpha hexachlorocyclohexane, beta hexachlorocyclohexane, chlordane, chlordecone, dieldrin, endrin, heptachlor, hexachlorobenzene, lindane, mirex, pentachlorobenzene, perfluorooctane sulfonic acid, technical endosulfan and its related isomers or toxaphene or with hexachlorobenzene as an industrial chemical. [Pesticide POPs technical guidelines]*

UNEP, 2017b. *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with pentachlorophenol and its salts and esters.*

UNEP, 2017c. *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with hexachlorobutadiene.*

UNEP, 2017d. *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, 1998. "Toxic equivalency factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for humans and wildlife", *Environmental Health Perspectives*, vol. 106 No. 12, pp. 775–792. Available from: [www.ehponline.org](http://www.ehponline.org).

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/>.

Van den Berg M. et al., 2013. "Polybrominated Dibenzop-Dioxins, Dibenzofurans, and Biphenyls: Inclusion in the Toxicity Equivalency Factor Concept for Dioxin-Like Compounds. *Toxicological Sciences* 133(2), 197–208; doi:10.1093/toxsci/kft070

WHO, 1998. *Assessment of the health risks of dioxins: re-evaluation of the tolerable daily intake (TDI)*. Executive summary of the WHO consultation, 25–29 May 1998, Geneva.

Xhrouet, C. et al. 2001. De novo synthesis of polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins and dibenzofurans in fly ash from a sintering process. *Environ. Sci. technol.* **35**, 1616-1623

## Annex II to the technical guidelines

### Analytical methods for the determination of unintentional POPs

The present annex contains references applicable to PCDD and PCDF only, since the other unintentionally produced POPs, i.e., PCB, HCB and PeCB, are covered by the Pesticide POPs technical guidelines (UNEP, 2017a) and the PCBs technical guidelines (UNEP, 2017).

#### 1. ISO methods

1. ISO methods are available for a fee from [www.iso.org](http://www.iso.org) and are globally applicable. The published methods listed below, which were valid as of August 2014, may be retrieved.

Standard	Language(s)
<p><a href="#">ISO 17858:2007</a>            Water quality -- Determination of dioxin-like polychlorinated biphenyls -- Method using gas chromatography/mass spectrometry            Edition: 1, <a href="#">TC 147/SC 2</a>, ICS: <a href="#">13.060.50</a>            Document available as of: 12.02.2007</p>	English
<p><a href="#">ISO 16000-13:2008</a>            Indoor air -- Part 13: Determination of total (gas and particle-phase) polychlorinated dioxin-like biphenyls (PCBs) and polychlorinated dibenzo-<i>p</i>-dioxins/dibenzofurans (PCDDs/PCDFs) -- Collection on sorbent-backed filters            Edition: 1, <a href="#">TC 146/SC 6</a>, ICS: <a href="#">13.040.20</a>            Document available as of: 29.10.2008</p>	English, French
<p><a href="#">ISO 16000-14:2009</a>            Indoor air -- Part 14: Determination of total (gas and particle-phase) polychlorinated dioxin-like biphenyls (PCBs) and polychlorinated dibenzo-<i>p</i>-dioxins/dibenzofurans (PCDDs/PCDFs) -- Extraction, clean-up and analysis by high-resolution gas chromatography and mass spectrometry            Edition: 1, <a href="#">TC 146/SC 6</a>, ICS: <a href="#">13.040.20</a>            Document available as of: 15.05.2009</p>	English, French
<p>ISO 18073:2004            Water quality -- Determination of tetra- to octa-chlorinated dioxins and furans -- Method using isotope dilution HRGC/HRMS            ISO 18073:2004 specifies a method for the determination of tetra- to octa-chlorinated dibenzo-<i>p</i>-dioxins (PCDDs) and dibenzofurans (PCDFs) in waters and waste waters (containing less than 1 % by mass solids) using high-resolution gas chromatography/high-resolution mass spectrometry (HRGC/HRMS). The minimum levels (MLs) at which the PCDDs/PCDFs can currently be determined with no interferences present are specified. This method is "performance based". The analyst is permitted to modify the method to overcome interferences or lower the cost of measurements, provided that all performance criteria are met. The requirements for establishing method equivalency are given.            Edition: 1, <a href="#">TC 147/SC 2</a>, ICS: <a href="#">13.060.50</a></p>	English, French

## 2. CEN methods

2. Methods can be obtained against a fee at the following website: [www.cen.eu](http://www.cen.eu). They are applicable to European Union Member States. The following published methods are available.

Standard reference	Title	Directive (OJEU citation*)
CEN/TC 264 - Air quality		
<a href="#">EN 1948-1:2006</a>	Stationary source emissions - Determination of the mass concentration of PCDDs/PCDFs and dioxin-like PCBs - Part 1: Sampling of PCDDs/PCDFs	94/67/EC (No.) 89/429/EEC (No.) 89/369/EEC (No.)
<a href="#">EN 1948-2:2006</a>	Stationary source emissions - Determination of the mass concentration of PCDDs/PCDFs and dioxin-like PCBs - Part 2: Extraction and clean-up of PCDDs/PCDFs	94/67/EC (No.) 89/429/EEC (No.) 89/369/EEC (No.)
<a href="#">EN 1948-3:2006</a>	Stationary source emissions - Determination of the mass concentration of PCDDs/PCDFs and dioxin-like PCBs - Part 3: Identification and quantification of PCDDs/PCDFs	94/67/EC (No.) 89/429/EEC (No.) 89/369/EEC (No.)
<a href="#">EN 1948-4:2010</a>	Stationary source emissions - Determination of the mass concentration of PCDDs/PCDFs and dioxin-like PCBs - Part 4: Sampling and analysis of dioxin-like PCBs	-
<a href="#">EN ISO 16000-12:2008</a>	Indoor air - Part 12: Sampling strategy for polychlorinated biphenyls (PCBs), polychlorinated dibenzo- <i>p</i> -dioxins (PCDDs), polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) (ISO 16000-12:2008)	89/106/EEC (No)

\* Official Journal of the European Union, accessible in languages from: <http://eur-lex.europa.eu/>

## 3. United States of America

3. The U.S. Environmental Protection Agency has produced various methods that can be retrieved from <http://www.epa.gov/waste/hazard/testmethods/sw846/online/index.htm>. Several series of wastewater methods have been published under 40 CFR Part 136, including the 200, 600 and 1600 series. All series are available at [http://water.epa.gov/scitech/methods/cwa/methods\\_index.cfm](http://water.epa.gov/scitech/methods/cwa/methods_index.cfm). In addition to wastewater methods, the EPA has produced methods for air (300 series, MACT standards), drinking water (500 series) and solid waste (8000 series).

Method (including updates)	Title
8280, 8280A, 8280B	The Analysis of Polychlorinated Dibenzo- <i>p</i> -Dioxins (PCDDs) and Polychlorinated Dibenzofurans (PCDFs) by High-Resolution Gas Chromatography/Low Resolution Mass Spectrometry (HRGC/LRMS)
8290, 8290A	SW846 Method 8290, "Polychlorinated Dibenzodioxins (PCDDs) and Polychlorinated Dibenzofurans (PCDFs) by High-Resolution Gas Chromatography/High Resolution Mass Spectrometry (HRGC/HRMS)", Revision 0, November 1992. Available at: <a href="http://www.epa.gov/osw/hazard/testmethods/sw846/pdfs/8290a.pdf">http://www.epa.gov/osw/hazard/testmethods/sw846/pdfs/8290a.pdf</a>
0023A (Up. III)	Sampling Method for Polychlorinated Dibenzo- <i>p</i> -Dioxins and Polychlorinated Dibenzofuran Emissions from Stationary Sources (Note: This method is a revision of Method 23, 40 CFR Part 60.)

Method (including updates)	Title
	Method 23 - Determination of Polychlorinated Dibenzo- <i>p</i> -dioxins and Polychlorinated Dibenzofurans from Municipal Waste Combustors. Available at: <a href="http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/m-23.pdf">http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/m-23.pdf</a>
613	Methods for organic chemical analysis of municipal and industrial wastewater method 613—2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo- <i>p</i> -dioxin EPA Solid Waste. Available at: <a href="http://www.epa.gov/waterscience/methods/method/organics/613.pdf">http://www.epa.gov/waterscience/methods/method/organics/613.pdf</a>
TO-9	Determination Of Polychlorinated, Polybrominated And Brominated/Chlorinated Dibenzo- <i>p</i> -Dioxins And Dibenzofurans In Ambient Air
1613B	Tetra- through Octa-Chlorinated Dioxins and Furans by Isotope Dilution HRGC/HRMS, October 1994; EPA Office of Water  Isomer-specific determination of the 2,3,7,8-substituted, tetra- through octa-chlorinated, dibenzo- <i>p</i> -dioxins and dibenzofurans in aqueous, solid, and tissue matrices by isotope dilution, high resolution capillary column gas chromatography (HRGC)/high resolution mass spectrometry (HRMS) It is approved by Federal Register 1997 under Clean Water Act and applicable to (waste)water, soil, sediment, biota/ tissues <a href="http://www.epa.gov/ost/methods/1613.pdf">http://www.epa.gov/ost/methods/1613.pdf</a> , <a href="#">Tetra-through Octa-Chlorinated Dioxins and Furans by Isotope Dilution High Resolution Gas Chromatography/High Resolution Mass Spectrometry Revision B</a>
23	Method 23 - Determination of Polychlorinated Dibenzo- <i>p</i> -dioxins and Polychlorinated Dibenzofurans from Municipal Waste Combustors. Available at: <a href="http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/m-23.pdf">http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/m-23.pdf</a>

#### 4. China

4. China's national standards for environmental monitoring can be retrieved from <http://kjs.mep.gov.cn/hjbhbz/> and are available in Chinese only; an unofficial translation of the titles of the standards is provided below.

5. The Chinese national standards for PCDD/PCDF analysis (HJ-77.1-2008, HJ-77.2-2008, HJ-77.3-2008, HJ-77.4-2008) are a mix of international methods, including EN 1948, EPA methods 1613, 8290 and 23A and Japanese Industrial Standard (JIS) methods K0311 and K0312, but they most resemble EN 1948. The Chinese national standards for PAH analysis are different from those of other countries; however, the target 16 PAHs in HJ478-2009 are the same chemicals as those covered by EPA method 610.

Standard reference	Title
HJ-77.1-2008	Water quality - Determination of polychlorinated dibenzo- <i>p</i> -dioxins (PCDDs) and polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) by isotope dilution HRGC-HRMS Document available as of: 31.12.2008
HJ-77.2-2008	Ambient air and waste gas - Determination of polychlorinated dibenzo- <i>p</i> -dioxins (PCDDs) and polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) by isotope dilution HRGC-HRMS Document available as of: 31.12.2008
HJ-77.3-2008	Solid waste - Determination of polychlorinated dibenzo- <i>p</i> -dioxins (PCDDs) and polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) by isotope dilution HRGC-HRMS Document available as of: 31.12.2008

Standard reference	Title
HJ-77.4-2008	Soil and sediment - Determination of polychlorinated dibenzo- <i>p</i> -dioxins (PCDDs) and polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) by isotope dilution HRGC-HRMS Document available as of: 31.12.2008

## 5. Japan

6. JIS K 0311:2005 standard serves to determine tetra-through octachlorodibenzo-*p*-dioxins, tetra-through octachlorodibenzofurans and dioxin-like polychlorinatedbiphenyls in stationary source emissions.

7. The standard specifies the method of analysis for tetra-through octachlorodibenzo-*para*-dioxins, tetra-through octachlorodibenzofurans and dioxin-like PCBs in exhaust gas that are generated by combustion and chemical reactions and are discharged to flues, stacks or ducts in stationary source emissions using gas chromatography instruments coupled with mass spectrometers.

8. Date Established: 1999-09-20, Date Revised: 2005-06-20, Date Published: 2005-06-20; 2008-01-20 (Revised).

9. The standard is available in Japanese and English and can be obtained for a fee from <http://www.webstore.jsa.or.jp/webstore/Com/FlowControl.jsp?lang=en&bunsoId=JIS+K+0311%3A2005&dantaiCd=JIS&status=1&pageNo=0>.

## 6. Germany

Method	Title / Description
DIN ISO 16000-13	Indoor air - Part 13: Determination of total (gas and particle-phase) polychlorinated dioxin-like biphenyls (PCBs) and polychlorinated dibenzo- <i>p</i> -dioxins/dibenzofurans (PCDDs/PCDFs) - Collection on sorbent-backed filters (ISO 16000-13:2008) Published in 2010-03; available in German, English and French.
DIN ISO 16000-14	Indoor air — Part 14: Determination of total (gas and particle-phase) polychlorinated dioxin-like biphenyls (PCBs) and polychlorinated dibenzo- <i>p</i> -dioxins/dibenzofurans (PCDDs/PCDFs) — Extraction, clean-up and analysis by high-resolution gas chromatography and mass spectrometry. Published on 2009-05-15; available in German, English and French.
DIN EN ISO 16000-12	Indoor air - Part 12: Sampling strategy for polychlorinated biphenyls (PCBs), polychlorinated dibenzo- <i>p</i> -dioxins (PCDDs), polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) (ISO 16000-12:2008) Published in 2008-08; available in German, English and French.
DIN ISO 16000-13	Indoor air - Part 13: Determination of total (gas and particle-phase) polychlorinated dioxin-like biphenyls (PCBs) and polychlorinated dibenzo- <i>p</i> -dioxins/dibenzofurans (PCDDs/PCDFs) - Collection on sorbent-backed filters (ISO 16000-13:2008) Published in 2010-03; available in German, English and French.
VDI 3498 Blatt 1	Ambient air measurement - Indoor air measurement - Measurement of polychlorinated dibenzo- <i>p</i> -dioxins and dibenzofurans; Method using large filters Published in 2002-07; available in German and English.
VDI 3498 Blatt 2	Ambient air measurement - Indoor air measurement - Measurement of polychlorinated dibenzo- <i>p</i> -dioxins and dibenzofurans; Method using small filters Published in 2002-07; available in German and English

---

Method	Title / Description
DIN38414-20	German standard methods for the examination of water, wastewater and sludge - Sludge and sediments (group S) - Part 20: Determination of 6 polychlorinated biphenyls (PCB) (S 20) Published in 1996-01; available in German and English.

## 7. Canada

Report EPS 1/RM/19, February 1992

Reference Method for the Determination of Polychlorinated Dibenzo-para-dioxins (PCDDs) and Polychlorinated Dibenzofurans (PCDFs) in Pulp and Paper Mill Effluents. Available at: <http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=En&n=89496F4E-1>.

Report EPS 1/RM/23, October 1992

Internal Quality Assurance Requirements for the Analysis of Dioxins in Environmental Samples. Available at: <http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=En&n=5ED227EE-1>.

---