

INFORME

Producción, Aplicación y Uso de los COP Recientemente Incluidos en el Convenio de Estocolmo 2009-2022

GGKP, 2024



EXENCIÓN DE RESPONSABILIDAD

Los resultados, interpretaciones y conclusiones expresados en este documento no reflejan necesariamente las opiniones del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), la Green Growth Knowledge Partnership (GGKP), la Secretaría del Convenio de Estocolmo, las partes interesadas en el proyecto o los países del proyecto.

En caso de cualquier incoherencia o conflicto entre la información contenida en este material no vinculante y el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), el texto del Convenio tiene prioridad, teniendo en cuenta que la interpretación del Convenio de Estocolmo sigue siendo prerrogativa de las Partes.

Si bien se han hecho esfuerzos razonables para garantizar que el contenido de esta publicación sea objetivamente correcto y esté debidamente referenciado, el FMAM, el GGKP y los colaboradores individuales no aceptan responsabilidad alguna por la exactitud o integridad del contenido y no serán responsables de ninguna pérdida o daño que pueda ocasionarse, directa o indirectamente, por el uso o la confianza en el contenido de esta publicación.

Esta versión en español ha sido traducida por GGKP con la asistencia de un traductor profesional (Carissa Martinez). Si bien se ha hecho todo lo posible para garantizar la precisión de la traducción, en caso de discrepancias o inconsistencias, prevalecerá la versión original en inglés (GGKP (2024). *Production, use and trade of POPs newly listed in the Stockholm Convention 2009 to 2022*. Geneva: Green Growth Knowledge Partnership) sobre todas sus versiones traducidas.

Cita recomendada: GGKP (2024). Producción, Aplicación y Uso de los COP Recientemente Incluidos en el Convenio de Estocolmo 2009-2022. Ginebra: Green Growth Knowledge Partnership. Esta cita garantiza el reconocimiento y la atribución adecuados de acuerdo con las normas aplicables.

AGRADECIMIENTOS

Este informe ha sido elaborado en el marco del proyecto GEF ID 10785 titulado «Desarrollo, revisión y actualización a escala mundial de los Planes Nacionales de Aplicación (PNA) en el marco del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)» y financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM).

El autor de este informe es el Dr. Roland Weber, consultor internacional especializado en contaminantes orgánicos persistentes (COP) y planes nacionales de aplicación para la reducción y el control de los COP, con contribuciones significativas de la Subdivisión de Productos Químicos y Salud del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). La Green Growth Knowledge Partnership (GGKP) facilitó el diseño, la composición y la difusión de este informe, garantizando su accesibilidad y alineación con los objetivos mundiales de intercambio de conocimientos.

El FMAM es un conjunto de fondos dedicados a hacer frente a la pérdida de biodiversidad, el cambio climático, la contaminación y las amenazas a la salud de la tierra y los océanos. Sus subvenciones, financiación combinada y apoyo a las políticas ayudan a los países en desarrollo a abordar sus principales prioridades medioambientales y a cumplir los convenios internacionales sobre medio ambiente. En las últimas tres décadas, el FMAM ha proporcionado más de 23.000 millones de dólares y movilizado 129.000 millones de dólares en cofinanciación para más de 5.000 proyectos nacionales y regionales.

El GGKP es una comunidad mundial de organizaciones y expertos comprometidos con la colaboración para generar, gestionar y compartir conocimientos sobre el crecimiento verde. Liderado por el Global Green Growth Institute (GGGI), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) y el Grupo del Banco Mundial, el GGKP reúne a más de 90 organizaciones asociadas. Para más información, visite www.greengrowthknowledge.org.



Índice

Lista de tablas	4
Lista de figuras	5
Lista de cuadros	5
Abreviaturas y acrónimos	6
1 Introducción y Antecedentes	8
1.1 Introducción y objetivo.....	8
1.2 Exenciones para la producción y el uso continuos de los COP	10
1.3 Resumen de la producción histórica total de COP.....	11
2 Ácido perfluorooctano sulfónico, sus sales y fluoruro de perfluorooctano sulfonilo	13
2.1 Identidad química, propiedades COP e incorporación en el Convenio	13
2.2 Producción	15
2.3 Aplicaciones	16
2.4 Comercio.....	17
2.5 Aplicaciones principales anteriores de PFOS en productos y residuos relacionados	18
2.5.1 Productos y residuos en uso	18
2.5.2 Residuos desechados en vertederos y amenaza de emisión futura	18
3 PFOA y sus compuestos afines	19
3.1 Identidad química, propiedades de los COP e inclusión en el Convenio	19
3.2 Producción	21
3.3 Aplicaciones	21
3.4 Comercio.....	23
3.5 Productos en uso/reservas y residuos que contienen PFOA y compuestos relacionados	24
3.5.1 Productos en uso y residuos	24
3.5.2 Residuos descartados en vertidos como fuente de riesgo de emisión futura	24
4 Ácido Perfluorohexano Sulfónico (PFHxS) y Compuestos Relacionados	25
4.1 Identidad química, propiedades COP e inclusión en el Convenio	25
4.2 Producción	26
4.2.1 Producción intencionada.....	26
4.2.2 Producción no intencional	26
4.3 Las Aplicaciones del PFHxS.....	27
4.4 El Comercio de PFHxS.....	27
4.5 Productos en uso, reservas y residuos que contienen PFHxS y compuestos afines	27
4.5.1 Productos en uso y residuos	27
4.5.2 Residuos eliminados en vertederos y amenaza de liberación futura	28
5 Parafinas cloradas de cadena corta (PCCC)	28
5.1 Identidad química, propiedades como COP e inclusión en la lista del Convenio	28
5.2 Producción de PCCC y CP que potencialmente contienen PCCC.....	30
5.3 Las aplicaciones de las PCCC y las PC que potencialmente contengan las PCCC..	31
5.4 El Comercio de las PCCC	31

5.5	Las aplicaciones las reservas de PCCC en los productos, los residuos y el reciclaje	32
5.5.1	El uso y las reserva principales de las PCCC en productos	32
5.5.2	Las PCCC en los residuos, el reciclaje y los vertederos	33
6	Éter de decabromodifenil(decaBDE; BDE-209)	33
6.1	Identidad química, propiedades COP e inclusión en el Convenio	33
6.2	Producción	36
6.3	Comercio	36
6.4	Aplicaciones	37
6.5	Principales Aplicaciones/reservas de PBDE en productos, residuos y reciclaje	38
6.5.1	Principales Aplicaciones/existencias de PBDE en productos y residuos	38
6.5.2	Los PBDE en los residuos y el reuso y reciclaje	38
7	Éteres bifenílicos polibromados (PBDE) incluidos en 2009	40
7.1	Identidad química, propiedades COP e inclusión en el Convenio	40
7.2	Producción	41
7.3	Aplicaciones	41
7.4	Comercio	41
7.5	PBDE incluidos en 2009 en los productos, los residuos y el reciclaje	42
8	Hexabromociclododecano (HBCD)	42
8.1	Identidad química, propiedades COP e inclusión en el Convenio	42
8.2	Producción	43
8.3	Comercio	43
8.4	Aplicaciones y reservas	43
9	Hexabromobifenilo (HBB)	44
9.1	Identidad química, propiedades COP e inclusión en el Convenio	44
9.2	Producción	45
9.3	Aplicaciones	45
9.4	Comercio	46
10	Naftalenos Policlorados (PCN)	46
10.1	Identidad química, propiedades COP e inclusión en el Convenio	46
10.2	Producción	47
10.3	Aplicaciones	47
10.4	Comercio	47
11	Hexaclorobutadieno	48
11.1	Identidad química, propiedades COP e inclusión en el Convenio	48
11.2	Producción	48
11.3	Aplicaciones	49
11.4	Comercio	49
12	Pentaclorobenceno (PeCB)	50
12.1	Identidad química, propiedades COP e inclusión en el Convenio	50
12.2	Producción	50

12.3 Aplicaciones	50
12.4 Comercio	51
13 Lindano (Gamma-HCH) y Alfa- y Beta-HCH	51
13.1 Identidad química, propiedades COP e inclusión en el Convenio	51
13.2 Producción histórica	52
13.3 Aplicaciones	52
13.4 Comercio	53
14 Clorodecona	53
14.1 Identidad química, propiedades COP e inclusión en el Convenio	53
14.2 Producción	54
14.3 Aplicaciones	54
14.4 Comercio	54
15 El Endosulfan	54
15.1 Identidad química, propiedades COP e inclusión en el Convenio	54
15.2 Producción	55
15.3 Aplicaciones	55
15.4 Comercio	56
16 Pentaclorofenol (PCP) y sus sales y ésteres	56
16.1 identidad química, propiedades COP e inclusión en el Convenio	56
16.2 Producción	57
16.3 Aplicaciones	58
16.4 Comercio	58
16.5 Aplicaciones anteriores de PCP y productos en uso y residuos	58
17 Dicofol	59
17.1 Identidad química, propiedades COP e inclusión en el Convenio	59
17.2 Producción	60
17.3 Aplicaciones	60
17.4 Comercio	60
18 Cómo Acceder a las bases de datos y estadísticas internacionales relevantes sobre el uso y la producción de los COP	60
18.1 Revisión científica y recopilación de datos sobre la producción, el uso y el comercio de los COP	61
18.2 Códigos HS para evaluar el comercio global y las importaciones y exportaciones - opciones y limitaciones	61
18.2.1 Introducción de los Códigos HS y la Base de Datos UN Comtrade	61
18.2.2 Dificultades con la fiabilidad de los datos de la base de datos UN Comtrade	63
18.2.3 Desafíos ocasionados por no etiquetar ni asignar un Código HS a los productos o materiales que contengan los COP	65
18.3 Lista de exenciones	67
18.4 Información procedente de los Convenios de Rotterdam y Basilea	67

Lista de tablas

Tabla 1 Fechas de entrada en vigor de las enmiendas para incluir nuevos COP en los Anexos A, B y C del Convenio de Estocolmo para la mayoría de las Partes, desde marzo de 2021.	9
Tabla 2 Identificación y estructura química de PFOS y algunos compuestos relacionados.	13
Tabla 3 Lista enmendada de propósitos aceptables de PFOS mediante la Decisión SC-9/4, que elimina la mayoría de los propósitos aceptables anteriores	14
Tabla 4 Lista actualizada de exenciones específicas de PFOS (Decisión SC-9/4)	15
Tabla 5 Cantidades sustancias relacionadas con PFOS utilizadas al nivel mundial por área de uso en 2000.	18
Tabla 6 Identidad química y propiedades de PFOA, sus sales y compuestos relacionados con PFOA	20
Tabla 7 Lista de exenciones específicas para el PFOA (Decisión SC-9.12)	20
Tabla 8 Registro de exenciones específicas de PFOA, sus sales, y compuestos relacionados con el PFOA	22
Tabla 9 Identificación química y propiedades de PFHxS, sus sales y compuestos relacionados con PFHxS	25
Tabla 10 Identificación química y propiedades de las PCCC	29
Tabla 11 Exenciones específicas para la producción y el uso de PCCC que se caducaron en diciembre de 2023	29
Tabla 12 identificación química y estructuras de decaBDE	34
Tabla 13 Exenciones específicas para éter de decabromodifenilo	34
Tabla 14 Exenciones específicas para decaBDE en piezas para uso en vehículos	35
Tabla 15 Estimación de la producción total de mezclas comerciales de PBDE	36
Tabla 16 Porcentaje de los PBDE comerciales en los principales aplicaciones y vida útil promedio del tipo de producto	38
Tabla 17 Contenido listado de PBDE (hexa/heptaBDE y decaBDE) en fracciones poliméricas totales (mezcladas) de diferentes RAEE en Europa (PNUMA 2021)	39
Tabla 18 Identificación química y estructura de los PBDE	40
Tabla 19 Identidad química y propiedades de HCBd	43
Tabla 20 Identificación química y estructura de HBB	45
Tabla 21 Identidad química y estructura de los PCN incluidos en el Convenio	46
Tabla 22 Lista de exenciones específicas para los PCN (Decisión SC-7/14)	47
Tabla 23 Identidad química y estructura de hexaclorobutadieno	48
Tabla 24 Identidad química y estructura de PeCB	50
Tabla 25 Identidad química y estructura de los isómeros de HCH incluidos en el Convenio	52
Tabla 26 Identidad química y estructura de clorodecona	53
Tabla 27 Identidad química y estructura de endosulfán técnico	55
Tabla 28 Inclusión de exenciones específicas para el endosulfán (Decisión SC - 5/3)	55
Tabla 29 Identidad química y estructura de PCP	57
Tabla 30 Inclusión de exenciones específicas para el pentaclorofenol, sus sales y sus ésteres	57

Tabla 31 Identidad química y estructura de dicofol	59
Tabla 32 Códigos HS para los COP incluidos en la lista y categorías HS bajo las cuales se importan normalmente los COP	64
Tabla 33 Códigos HS de categorías seleccionadas de PVC, que contienen aditivos como plastificantes o retardantes de llama, incluidas posiblemente las PCCC o las PCCM utilizadas en grandes cantidades como aditivos del PVC en China.	66
Tabla 34 Códigos HS de categorías seleccionadas de caucho que contienen aditivos como plastificantes o retardantes de llama, incluidas posiblemente las PCCC.	66

Lista de figuras

Figura 1 Producción promedio anual de los 25 COP producidos intencionalmente desde los años 30 hasta los 2010. Los números que aparecen debajo de los nombres químicos a la izquierda indican la estimación de la tendencia central de la producción mundial acumulada global en kilotoneladas (kt) (Li et al. 2023)	12
Figura 2 Volúmenes totales estimados de producción mundial de PFOSF (1970-2002). Las estimaciones de este trabajo de la producción mundial total (línea verde) y de 3M (línea morada) se comparan con las estimaciones de Smithwick et al. (2006) (línea roja) y Prevedouros et al. (2006) (línea azul) (Paul et al. 2009)	16
Figura 3 Tendencia temporal de exportaciones de sustancias químicas (kg) bajo Código HS 290930 (éteres aromáticos, y sus derivados halogenados, sulfonados, nitrados o nitrosados) desde Israel a otros países (1988-2019) (PNUMA 2021)	37
Figura 4 El efecto de la aplicación de restricciones a los retardantes de llama por parte del Convenio de Estocolmo, y de reformas de normas seleccionadas en los productos afectados (Charbonnet et al. 2020)	44

Lista de cuadros

Cuadro 1 Estudio de caso de códigos específicos de importación en Brasil	62
---	----

Abreviaturas y acrónimos

BRS	Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo
CAS	Chemical Abstracts Service
c-DecaBDE	Éter de decabromodifenilo comercial
c-OctaBDE	Éter de octabromodifenilo comercial
c-PentaBDE	Éter pentabromodifenílico comercial
COP	La Conferencia de las Partes
CPs	Parafinas cloradas
DDT	Diclorodifeniltricloroetano
decaBDE; BDE-209	Éter de decabromodifenilo
EEE	Aparatos eléctricos y electrónicos
EPS	Poliestireno expandido
UE	Unión Europea
GEF	Fondo Mundial para el Medio Ambiente
HBB	Hexabromobifenilo
HBCD(D)	Hexabromociclododecano
HCBD	Hexaclorobutadieno
HCH	Hexaclorociclohexano
heptaBDE	éter de heptabromodifenilo
hexaBDE	éter de hexabromodifenilo
HIPS	Poliestireno de alto impacto
HS Code	Códigos del Sistema Armonizado
kt	Kilotoneladas; 1000 toneladas
PCCL	Parafinas cloradas de cadena larga
PCCM	Parafinas cloradas de cadena media
MFA/SFA	Análisis del flujo de materiales y sustancias
PNA	Plan Nacional de Aplicación
OFN	Octafluoronaftaleno
PBBs	Bifenilos polibromados
PCA	Pentacloroanisol
PCBs	Bifenilos policlorados
PCNs	Naftalenos policlorados
PCP	Pentaclorofenol y sus sales y ésteres
PCP-Na	Pentaclorofenolato de sodio
PeCB	Pentaclorobenceno
PFASs	Sustancias alquiladas perfluoradas y polifluoradas
PFHxS	Ácido perfluorohexano sulfónico
PFNs	Naftalenos polifluorados
PFOA	Ácido perfluorooctanoico; Perfluorooctanoato
PFOI	Yoduro de perfluorooctilo
PFOS	Ácido perfluorooctano sulfónico; Sulfonato de perfluorooctano
PFOSF	Fluoruro de perfluorooctano sulfonilo
COP	Contaminantes Orgánicos Persistentes
POPRC	Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes

PTFE	Politetrafluoroetileno
PVC	Cloruro de polivinilo
PVDF	Polyvinylidene fluoride
RME	Evaluación de la gestión de riesgos
PCCC	Parafinas cloradas de cadena corta
t	Tonneladas; toneladas métricas
tetraBDE	Éter de tetrabromodifenilo
TOP-assay	Ensayo de precursores oxidables totales
ONU	las Naciones Unidas
CEPE	Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
WEEE	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos
XPS	Poliestireno extruido

1 Introducción y Antecedentes

1.1 Introducción y objetivo

El presente informe recopila información sobre los contaminantes orgánicos persistentes recientemente incluidos en el Convenio de Estocolmo desde 2009 hasta 2022 ¹. Se centra en la producción actual e histórica, los usos principales, y la información sobre su comercio actual. Cuando sea de relevancia particular, se proporciona información sobre residuos y productos de reciclaje que contienen los COP.

Para poder realizar un inventario, y gestionar, controlar y reducir los COP es necesario saber si están actualmente en producción, qué comercio tienen y cuáles son sus usos actuales. Los COP actuales utilizados en el pasado pueden estar todavía presentes en productos tales como los equipos eléctricos y electrónicos (EEE), en el sector del transporte (por ejemplo, automóviles y aviones) o en materiales de construcción, como espumas aislantes, suelos y selladores. Para realizar inventario y gestionar los productos restantes que contienen los COP, es importante conocer la producción anterior, el uso histórico y la vida útil de estos productos.

Este informe resume el proceso de obtener información sobre la producción, el comercio y el uso de los COP incluidos en el Convenio.

Los COP recientemente incluidos en la lista y entrada en vigor de enmiendas

El Convenio de Estocolmo sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes se adoptó en la Conferencia de los Plenipotenciarios el día 11 de mayo de 2001, en Estocolmo, Suecia. El Convenio entró en vigor el 17 de mayo de 2004, noventa días después de la presentación del quincuagésimo instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión con respecto al Convenio con 12 COP incluidos inicialmente en la lista.

El Convenio cuenta con un mecanismo para la inclusión de nuevos COP. Las Partes deben presentar una propuesta para incluir una nueva sustancia química en los Anexos A, B o C del Convenio. El Comité de Revisión de los COP evalúa las propuestas y hace recomendaciones a la Conferencia sobre dichas inclusiones conforme al Artículo 8 del Convenio (Tabla 1)². Por lo tanto, las enmiendas a los Anexos A, B o C del Convenio para incluir nuevos contaminantes orgánicos persistentes (COP) entrarán en vigor un año después de la fecha de comunicación de su adopción por parte del depositario, excluidos los casos en que las Partes entreguen una notificación de no-aceptación conforme a las disposiciones del párrafo 3(b) del Artículo 22; o una declaración conforme con párrafo 4 del Artículo 22 y párrafo 4 de Artículo 25 del Convenio. En la Tabla 1 se muestra una visión general de los nuevos COP incluidos en el Convenio y se resumen las fechas de entrada en vigor de las enmiendas de los Anexos A, B y C para la mayoría de las Partes.

1 También es relevante la gestión de los 12 COP incluidos inicialmente en la lista. Sin embargo, la producción de todos los plaguicidas cesó hace mucho tiempo (Figura 1), con la excepción del DDT. En el caso del DDT, actividades concretas como el Grupo de Expertos en DDT del PNUMA abordan la reducción de la producción y el uso mediante la promoción de alternativas. En cuanto al PCB, actividades específicas como la Red de Eliminación de PCB y el grupo de trabajo intersesional están recopilando información actualizada.

2 <http://chm.pops.int/TheConvention/ThePOPs/TheNewPOPs/tabid/2511/Default.aspx>

Tabla 1 Fechas de entrada en vigor de las enmiendas para incluir nuevos COP en los Anexos A, B y C del Convenio de Estocolmo para la mayoría de las Partes, desde marzo de 2021.

Decisión	Sustancia química	Anexo	Fecha de entrada en vigor para la mayoría de las Partes
SC-4/10	Alfa hexaclorociclohexano (alphaHCH)	A	26 de agosto de 2010
SC-4/11	Beta hexaclorociclohexano (betaHCH)	A	26 de agosto de 2010
SC-4/12	Clordecona	A	26 de agosto de 2010
SC-4/13	Hexabromobifenilo (HBB)	A	26 de agosto de 2010
SC-4/14	éter de hexabromodifenilo y éter de heptabromodifenilo (hexaBDE y heptaBDE)	A	26 de agosto de 2010
SC-4/15	Lindano	A	26 de agosto de 2010
SC-4/16	Pentaclorobenceno (PeCB)	A and C	26 de agosto de 2010
SC-4/17	Ácido perfluorooctano sulfónico (PFOS), sus sales y fluoruro de perfluorooctano sulfonilo (PFOSF)	B	26 de agosto de 2010
SC-4/18	Éter tetrabromodifenílico y éter pentabromodifenílico (tetraBDE y pentaBDE)	A	26 de agosto de 2010
SC-5/3	Endosulfán	A	27 de octubre de 2012
SC-6/13	Hexabromociclododecano (HBCD)	A	26 de noviembre de 2014
SC-7/12	Hexaclorobutadieno (HCBD)	A	15 de diciembre de 2016
SC-7/13	Pentaclorofenol (PCP) y sus sales y ésteres	A	15 de diciembre de 2016
SC-7/14	Naftalenos policlorados (PCN)	A and C	15 de diciembre de 2016
SC-8/10	Éter de decabromodifenilo (decaBDE)	A	18 de diciembre de 2018
SC-8/11	Parafinas cloradas de cadena corta (PCCC)	A	18 de diciembre de 2018
SC-8/12	Hexaclorobutadieno	C	18 de diciembre de 2018
SC-9/4	Ácido perfluorooctano sulfónico, sus sales y fluoruro de perfluorooctano sulfonilo	B	3 de diciembre de 2020
SC-9/11	Dicofol	A	3 de diciembre de 2020
SC-9/12	Ácido perfluorooctanoico (PFOA), sus sales y compuestos relacionados con el PFOA	A	3 de diciembre de 2020
SC-10/13	Ácido perfluorohexano sulfónico (PFHxS), sus sales y compuestos relacionados con el PFHxS	A	28 de agosto de 2023

1.2 Exenciones para la producción y el uso continuos de los COP

Es importante entender las exenciones para la producción y el uso de los COP respectivos ya que definen el marco para su uso y producción continuos. Las partes deben registrarse para obtener la exención para la producción continua y se les alienta a informar sobre el volumen de producción.

Para facilitar que las Partes al Convenio tomen las medidas para reducir o eliminar las emisiones de los COP por el uso y la producción intencional de los elementos que todavía no cuentan con alternativa, o cuyos alternativas no estén disponibles con facilidad, el Convenio permite a las Partes registrarse para obtener exenciones, y también para los propósitos aceptados relacionados a los COP relevantes. Las Partes que desean utilizar ciertos COP exentos deben de registrarse para las exenciones específicas incluidas en los Anexos A o B, según el Párrafo 3 del Artículo 4.³ Las exenciones específicas tienen un plazo limitado y se vencen cinco (5) años después de la fecha de entrada en vigor del Convenio respecto a la sustancia química en particular (Párrafo 4 del Artículo 4), a no ser que se indique una fecha más temprana en el Registro por la Parte o se otorgue una exención por parte de la Conferencia de las Partes según el Párrafo 7 del Artículo 4. De manera similar, algunos propósitos aceptables son relevantes para la producción, el comercio y el uso de los COP. Los propósitos aceptados no tienen plazo limitado a no ser que la Conferencia de las Partes especifique uno.

Por lo tanto, para los COP individuales de este documento, se incluye un resumen breve del registro de exenciones para la producción y el uso en las secciones relevantes de los COP incluidos con exenciones.

Cabe señalar que el registro no refleja necesariamente la situación actual de la producción y el uso de estos COP dado que:

- Es posible que Las Partes sean conscientes de que utilizan algunos de los COP que se producen en grandes cantidades. Esto es el caso, por ejemplo, de algunas parafinas cloradas de cadena corta (PCCC) que no se comercializan actualmente como PCCC, sino como contenidos en mezclas de parafinas cloradas no especificadas (véase la sección 5.2) y de más de 100 compuestos relacionados con PFOR que pueden degradarse para formar PFOA (véase la sección 3.2)
- Las Partes tampoco son conscientes de que muchos productos existentes en el mercado contienen los COP enumerados como aditivos o trazas de contaminantes no intencionales. Este es el caso, particularmente del PFOA y sus componentes relevantes en productos como los concentrados para las espumas contra incendios o agentes de acabado textil. Es posible que haya presencia de PFOA y sus compuestos relevantes, pero no se etiquetan y por lo tanto al comercializar y usar estos productos sin la conciencia de las Partes (véase las secciones 3.2, 3.3 y 3.3), se actúa sin tener en cuenta lo dispuesto en este Convenio. Esto también se aplica a los productos plastificados compuestos de mezclas de CP no especificadas que contienen PCCC (véanse las secciones 5.2, 5.3 y 5.5)
- Algunos productos que contienen COP son importados a los países sin etiquetar y estos entran en el mercado de consumo o en sectores de uso principal como los materiales de construcción.
- En muchos casos, las empresas que introducen estos productos en el mercado no son conscientes de que sus productos contienen COP incluidos (especialmente PCCC y sustancias relacionadas con PFOA).

³ <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/Overview/tabid/789/Default.aspx>

Hay una serie de Partes al Convenio que ratificaron el Convenio conforme al Párrafo 4 del Artículo 25 del Convenio, y en este caso, estas Partes no han ratificado los principales COP recientemente incluidos⁴, que se siguen produciendo en el país relevante. Esto incluye a fabricantes potenciales de COP tales como Bangladesh, China o India, que se sabe que producen grandes cantidades de parafinas cloradas que posiblemente contienen PCCC (véase la sección 5.2)

Por lo tanto, aunque la lista del registro de exenciones proporciona alguna información sobre la producción y el uso de varios COP, para algunas Partes, existen lagunas de información sobre la producción y el uso. Este informe podría resolver parcialmente esta falta de información, mediante la recopilación de información procedente de publicaciones científicas con revisiones por pares y otros informes.

1.3 Resumen de la producción histórica total de COP

Para hacer un inventario y gestionar los COP individuales, es importante entender la cantidad total producida y el periodo principal en el que se produjeron los COP. La Figura 1 resume la producción total de todos los COP producidos intencionalmente en el pasado, así como la historia de su producción. Los COP principales de la industria, con una cantidad total de producción superior a 500 kilotoneladas (kt), son las PCCC (8795 kt), decaBDE (1650 kt), los PCB (1326 kt) y el HBCD (703 kt). Los plaguicidas lindano (1794 kt) e isómeros de residuos relacionados α -HCH (6567 kt)/ β -HCH (535 kt), DDT (4500 kt), pentaclorofenol (2.103 kt), toxafeno (1.352 kt) y endosulfán (622 kt) tienen una producción total superior a 500 kt (Figura 1; Li et al. 2023⁵). Por lo tanto, estos COP de alta volumen, particularmente los COP industriales, incluidos los productos que contienen estos COP son especialmente relevantes para el inventario y la gestión de los COP.

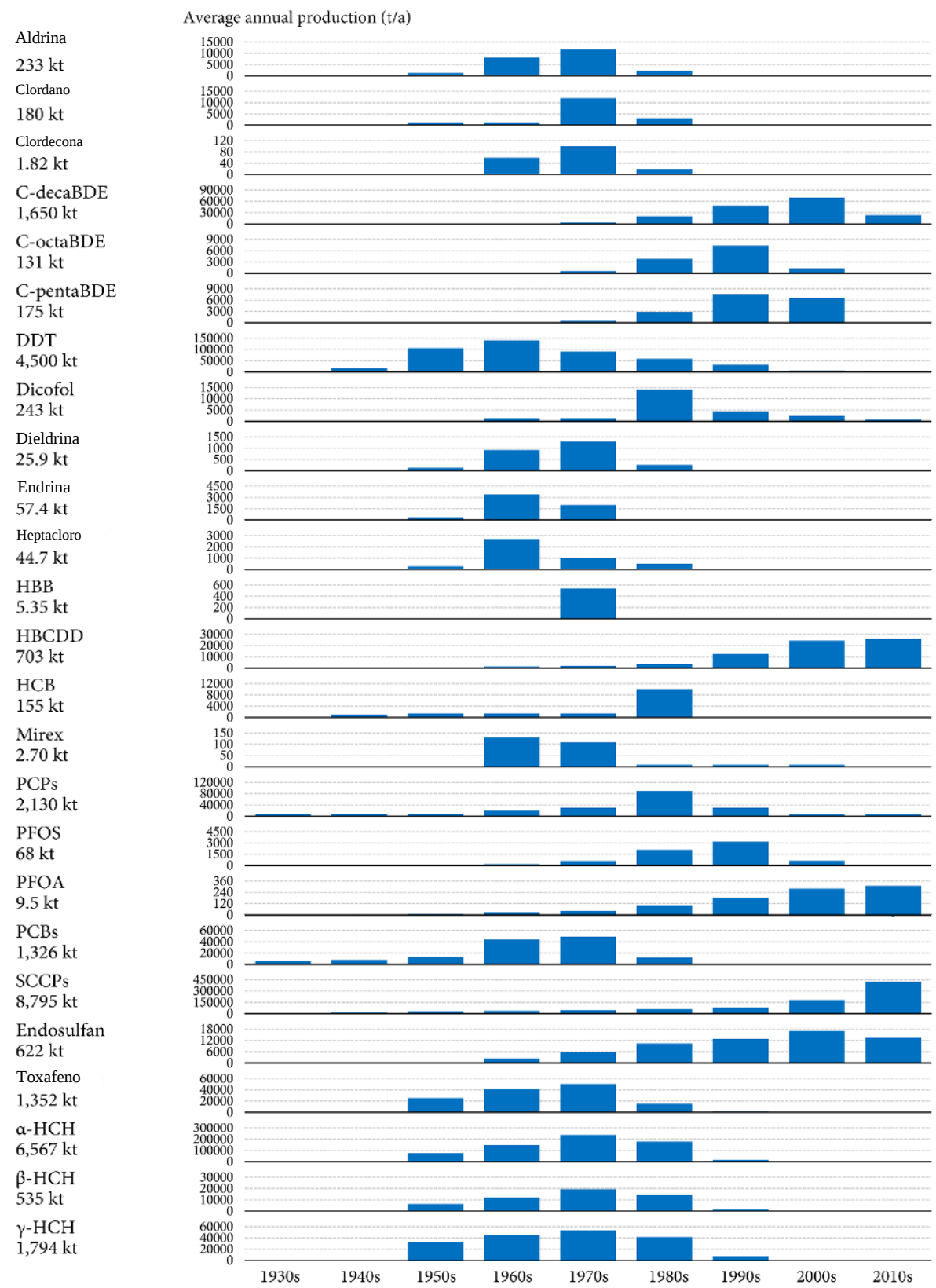
Hay que resaltar que, aunque la producción total de PFOS (68-69 kt) y PFOA (9,6 kt) es considerablemente más baja, también son de mucha relevancia debido a su alta persistencia, movilidad y superación de la ingesta diaria tolerable para muchas personas⁶.

4 Weber R (2021) Assessment of newly listed POPs for countries that need to ratify the amendments or to update NIPs. Secretariat of the Basel, Rotterdam and Stockholm Conventions, United Nations Environment Programme, Geneva. (disponible en inglés)

5 Li L, Chen C, Li D, Breivik K, Abbasi G, Li YF (2023). What do we know about the production and release of persistent organic pollutants in the global environment? *Environmental Science: Advances*. 2, 55-68, DOI: 10.1039/d2va00145d.

6 EFSA (2020) Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food. *EFSA Journal* 2020;18(9):6223, <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6223>.

Figura 1 Producción promedio anual de los 25 COP producidos intencionalmente desde los años 30 hasta los 2010. Los números que aparecen debajo de los nombres químicos a la izquierda indican la estimación de la tendencia central de la producción mundial acumulada global en kilotoneladas (kt) (Li et al. 2023)⁵



2 Ácido perfluorooctano sulfónico, sus sales y fluoruro de perfluorooctano sulfonilo

2.1 Identidad química, propiedades COP e incorporación en el Convenio

El perfluorooctano sulfonilo (PFOS) es un anión totalmente fluorado que se utiliza como tal o como sal en algunas aplicaciones. Los PFOS y sus compuestos relacionados, denominados «precursores de PFOS», que pueden transformarse o degradarse en PFOS, pertenecen al grupo de las sustancias perfluoroalquiladas (PFAS).

El fluoruro de perfluorooctano sulfonilo (PFOF) se utilizaba y se sigue utilizándose en una amplia gama de compuestos relacionados con el PFOS, incluidos los polímeros fluorados de cadena lateral, que se usan para dispersar polímeros en textiles, papel y alfombras con el fin de que adquieran propiedades de repulsión de las grasas y el agua. Estos compuestos relacionados con el PFOS son precursores del PFOS y es probable que contengan el PFOS como impureza.

PFOS son altamente persistentes y tienen propiedades sustanciales de bioacumulación y biomagnificación.^{7,8} PFOS no sigue el patrón clásico de otros COP ya que no se añaden a los tejidos grasos, sino que son solubles en agua y se combinan con las proteínas de la sangre, el hígado y otros órganos ricos en proteínas.⁹

El PFOS se transporta a largo plazo y también cumple con los criterios de toxicidad del Convenio de Estocolmo. Dado que son extremadamente persistentes y resistentes al desgaste químico (por la resistencia del enlace carbono-flúor) estas sustancias son adecuadas para aplicaciones a altas temperaturas y en contacto con ácidos o bases fuertes. La vida media estimada de los PFOS en una evaluación de hidrólisis en agua se reporta como >41 años pero puede ser significativamente más larga que 41 años dado que no se ha detectado ninguna degradación de los «químicos eternos».¹⁰ También se evaluó la biodegradación de PFOS también en condiciones aeróbicas y anaeróbicas, pero no se observó ninguna degradación aparente. En el perfil de riesgo⁷ y la evaluación de gestión de riesgo (RME por sus siglas en inglés),⁸ se ha recopilado información detallada para su inclusión.⁸

Tabla 2 Identificación y estructura química de PFOS y algunos compuestos relacionados.^{7,8}

Nombre de sustancia química:	Sulfonato de perfluorooctano (PFOS); Octanesulfonate, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-heptadecafluoro-
Sinónimos/abreviaturas:	Ácido 1-octanosulfónico, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-heptadecafluoro; ácido 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-heptadecafluoro-1-octanosulfónico; ácido 1-Octanosulfónico, heptadecafluoro-; ácido 1-Perfluorooctanesulfonic; ácido Heptadecafluoro-1-octanesulfonic; ácido Perfluoro-n-octanesulfonico; ácido perfluorooctanesulfonico; ácido perfluorooctylsulfonico

7 Perfil de riesgos de sulfonato de perfluorooctano. PNUMA/POPS/POPRC.2/17/Add.5

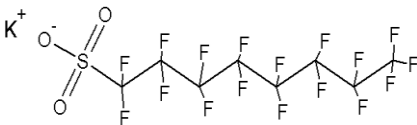
<http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.2-17-Add.5.English.pdf>

8 Risk management evaluation on perfluorooctane sulfonate. UNEP/POPS/POPRC.3/20/Add.5 (disponible en inglés)

<http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.3-20-Add.5.English.PDF>

9 OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2002). Co-operation on Existing Chemicals - Hazard Assessment of Perfluorooctane Sulfonate and its Salts, Environment Directorate Joint Meeting of the Chemicals Committee and the Working Party on Chemicals, Pesticides and Biotechnology, Paris, November 2002. (disponible en inglés)

10 Hekster FM, de Voogt P, Pijnenburg AM Laane RW (2002) Perfluoroalkylated substances. Aquatic environmental assessment Report RIKZ/2002.043. 1 July 2002.

Nombres comerciales:	Varios	
Número registro CAS:	Ácido sulfónico (nº CAS 1763-23-1), fluoruro de perfluorooctano sulfonilo (nº CAS 307-35-7) y sus sales - algunos ejemplos de sales comercialmente importantes son: Sal de potasio (nº CAS 2795-39-3); Sal de dietanolamina (nº CAS 70225-14-8); Sal de amonio (nº CAS 29081-56-9) Sal de litio (nº CAS 29457-72-5) Sulfonato de perfluorooctano de tetraetilamonio (nº CAS 56773-42-3) Sulfonato de perfluorooctano de didecildimetilamonio (nº CAS 251099-16-8)	
Estructura:		Peso molecular: 506.1 (potassium salt) Fórmula molecular: C ₈ F ₁₇ SO ₃ K

Se incluyó el PFOS en 2009 en el Anexo B con un rango de propósitos aceptables¹¹ y exenciones específicas (Decisión SC - 4/17)¹². Esto se modificó en 2019 mediante la Decisión SC-9/4¹³ (entrada en vigor el 3 de diciembre de 2020) que solo conserva un propósito aceptable restante, el uso como cebo para insectos con sulfluramida (CAS No. 4151-50-2) como ingrediente activo para el control de hormigas cortadoras de hojas para uso únicamente.

Con la adopción de Decisión SC-9/4 solo quedan dos exenciones específicas: el revestimiento de metal duro sólo en sistemas de circuito cerrado y las espumas contra incendios para usos específicos (Tabla 4).

Las exenciones específicas tienen una duración limitada de cinco años. Cada cuatro años, cada Parte que utilice o produzca el PFOS debe informar a la Conferencia de las Partes sobre los avances logrados hacia su eliminación. La Conferencia de las Partes evaluará la necesidad continua de estas exenciones específicas y los propósitos aceptables.

Tabla 3 Lista enmendada de propósitos aceptables de PFOS mediante la Decisión SC-9/4¹³, que elimina la mayoría de los propósitos aceptables anteriores¹²

Sustancia química	Actividad	Propósito aceptado
Ácido perfluorooctano sulfónico (nº CAS: 1763-23-1), sus	Producción	De conformidad con la parte III del anexo B, producción de otros productos químicos destinados exclusivamente a los usos que se indican a continuación. La producción para los usos que se enumeran a continuación

11 <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/AcceptablePurposesPFOSandPFOSF/tabid/794/Default.aspx>

12 Decisión SC-4/17: <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.4-SC-4-17.English.pdf>

13 Decisión SC-9/4 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.9-SC-9-4.English.pdf>

sales y fluoruro de perfluorooctano sulfonilo (n° CAS: 307-35-7) ¹⁴	Uso	Según lo adoptado por la Decisión SC-9/413 (entrada en vigor el 3 de diciembre de 2020): De conformidad con la parte III del anexo B para los siguientes fines aceptables, o como sustancia intermedia en la producción de productos químicos con el siguiente fin aceptable: - Cebos para insectos con sulfluramida (número CAS 4151-50-2) como ingrediente activo para el control de las hormigas cortadoras de hojas de <i>Atta</i> spp. y <i>Acromyrmex</i> spp. únicamente para uso agrícola.
--	-----	---

Tabla 4 Lista actualizada de exenciones específicas de PFOS (Decisión SC-9/4)¹³

Sustancia química	Actividad	Exenciones específicas
Ácido perfluorooctano sulfónico (n° CAS: 1763-23-1), sus sales y fluoruro de perfluorooctano sulfonilo (n° CAS: 307-35-7)	Producción	Ninguna
	Uso	• Chapado metálico (revestimiento de metal duro) sólo en sistemas de circuito cerrado • Espuma contra incendios para la supresión de vapores de combustible líquido e incendios de combustible líquido (incendios de clase B) en sistemas instalados, incluidos los sistemas móviles y fijos, de conformidad con el apartado 10 de la parte III del anexo B

2.2 Producción

Las revisiones de la producción global estiman que se produjeron un total de entre 68.000⁵ y 96.000¹⁵ toneladas de PFOS/PFOSF a lo largo de la historia con un aumento de la producción en la década de 1970 y una producción principal en las décadas de 1980 y 1990 (Figura 11 y Figura 22). 3M fue el principal fabricante mundial de PFOS y sustancias relacionadas con PFOS antes de 2000 y con una cifra de producción final entre 3700 y 4500 toneladas de PFOS y sustancias relacionadas a PFOS en 2000 (Figura 22). El cese de producción por parte de 3M en 2000 (con ventas hasta 2002¹⁵) provocó una disminución considerable de la producción global (Figura 22), lo que es relevante para comprender la edad de las existencias restantes y los residuos (véase Sección 2.5). China aumentó su producción hasta las 100 toneladas en 2003/2004 y después, hasta las 200 toneladas por año.¹⁶ También se produjeron cantidades pequeñas durante algunos años en

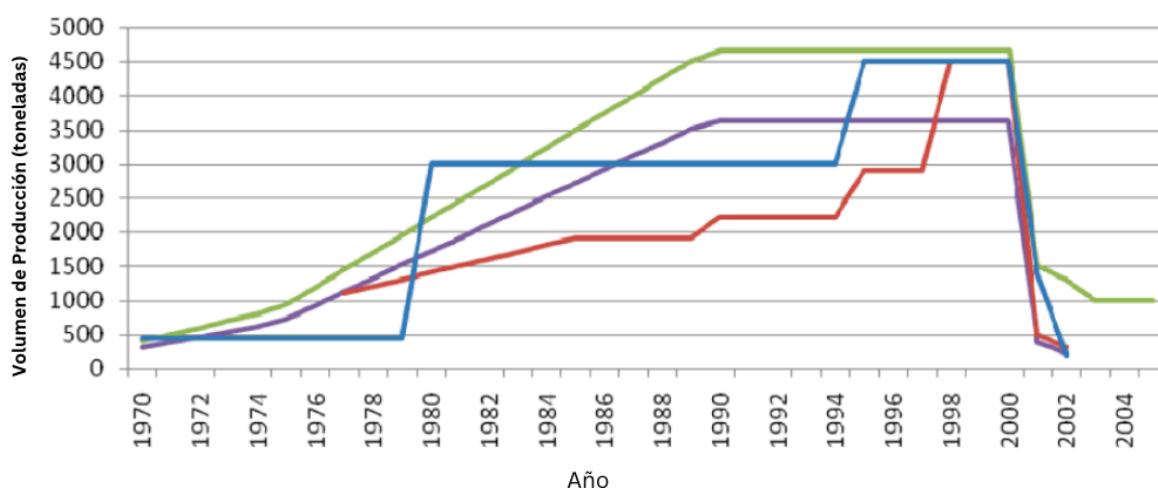
¹⁴<http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/SpecificExemptions/ChemicalslistedinAnnexBROSE/PFOSROSE/tabid/4644/Default.aspx>

¹⁵ Paul AG, Jones KC, Sweetman AJ (2009) A first global production, emission, and environmental inventory for perfluorooctane sulfonate. *Environ Sci Technol.* 43, 386-392.

¹⁶ Lim TC, Wang B, Huang J, Deng S, Yu G (2011) Emission Inventory for PFOS in China: Review of Past Methodologies and Suggestions. *The Scientific World Journal* 11, 1963-1980

Alemania e Italia.¹⁷ Durante los últimos 10 años, China ha sido el último productor de PFOS con una capacidad productiva de entre 100 y 200 toneladas por año^{18,19} y ha tenido una notificación de producción y uso para propósitos aceptables con plazo hasta el 3 de diciembre de 2020.¹¹ Según el 5º informe sobre el Artículo 15 de China, presentado en 2022, en China se finalizó la producción de PFOS/PFOSF en 2021²⁰ y no hay otra producción conocida de PFOS o de PFOSF.

Figura 2 Volúmenes totales estimados de producción mundial de PFOSF (1970-2002). Las estimaciones de este trabajo de la producción mundial total (línea verde) y de 3M (línea morada) se comparan con las estimaciones de Smithwick et al. (2006)²¹ (línea roja) y Prevedouros et al. (2006)²² (línea azul) (Paul et al. 2009)¹⁵



2.3 Aplicaciones

El uso histórico de la cantidad más elevada de PFOS y sustancias relacionadas con los PFOS se produjo principalmente en el tratamiento de superficies de textiles/alfombras, cuero y papel (Tabla 5). Estos usos se eliminaron en gran medida cuando 3M cesó las ventas de PFOS en 2002 y se dejaron de utilizar en 2012.

Durante los últimos 10 años los PFOS, y las sustancias relacionadas se han utilizado principalmente en espumas contra incendios, en la industria del chapado, en cebos para insectos y en la producción de petróleo.

Actualmente, el uso de PFOS o de sustancias relacionadas solo se permite para el propósito aceptable de cebos para insectos para el control de hormigas cortadoras de hojas con Brasil y

17 Oliaei F, Kriens D, Weber R, Watson A. (2013) PFOS and PFC releases and associated pollution from a PFC production plant in Minnesota (USA). *Environ Sci Pollut Res Int.* 20, 1977-1992.

18 Zhang Lai et. al. (2012), The inventory of sources, environmental releases and risk assessment for perfluorooctane sulfonate in China, *Environmental Pollution* 165 (2012) 193 – 198.

19 Lim, Wang B, Huang J, Deng S, Yu G (2011) Emission Inventory for PFOS in China: Review of Past Methodologies and Suggestions, *TheScientificWorldJOURNAL* 11, 1963–1980.

20 Chinese Ministry of Ecology and Environment (2022) Article 15 Report. Submission date: 31/08/2022

21 Smithwick M, Norstrom, R J, Mabury S A; et al. (2006) Temporal Trends of Perfluoroalkyl Contaminants in Polar Bears *Ursus maritimus* from Two Locations in the North American Arctic, 1972-2002. *Environ. Sci. Technol.* 40, 1139–1143.

22 Prevedouros, K.; Cousins, I. T.; Buck, R. C.; Korzeniowski, S. H. (2006) Sources, Fate and Transport of Perfluorocarboxylates. *Environ. Sci. Technol.* 2006, 40, 32–44.

Vietnam como las únicas Partes registradas.²³ Para la única exención restante, el chapado de metales en sistemas de ciclos cerrados, Noruega, Suiza y Vietnam están registrados.

Con el cese de producción de PFOS se espera que estos usos también cesen una vez se hayan utilizado las reservas que potencialmente quedan, como la importación de 4200 t de PFOSF a Brasil en junio de 2022 (véase la sección 2.4).

2.4 Comercio

Con el cese de la última producción de PFOS, el comercio se ha detenido en gran medida. Sin embargo, es posible que queden algunas, incluidas algunas espumas obsoletas. Las sustancias relacionadas con el PFOS tienen códigos HS específicos desde 2017 (véase la sección 18.1). Esto facilita el rastreo de importaciones y exportaciones si los países relevantes proporcionan los informes adecuados.

La evaluación de los principales Códigos HS para PFOS (HS 2904.31), sulfonato amónico de perfluorooctano (HS 2904.32) sulfonato potásico de perfluorooctano (HS 2904.34) y PFOSF (HS 2904.36) reveló que el comercio ha disminuido de manera significativa en los últimos años y ha cesado para muchos países. Por ejemplo, el comercio conocido principal de PSOF desde China hasta Brasil (HS 2904.36; código específico del Mercosur NCM 29043600) ha descendido de la siguiente manera: desde 2017 hasta diciembre de 2019 Brasil importó 93.7 toneladas de PFOS desde la China, equivalentes a más de 31 t por año.²⁴ Estas importaciones fueron de 31 t en 2020, aumentaron a 35t en 2021 y disminuyeron significativamente en 2022 a 9.2 t con la última importación en junio de 2022. No se registró ninguna importación en 2023 ni en la primera mitad de 2024, lo que indica que las reservas de PFOS/PFOSF en China se han agotado.

Se han registrado otras importaciones destacables de PFOS (HS 2904.31) para los Países Bajos en los últimos años con un total de 2.521 toneladas importadas desde 2017 hasta 2021, siendo la importación máxima de 777t en 2020 y de 644t en 2021. Esta cantidad de PFOS es varias veces superior a la producción global de entre 100 y 200 t durante estos años. Dado que los Países Bajos cuentan con una gran capacidad de eliminación de residuos e importan grandes cantidades de desechos, es probable que estas importaciones no correspondan al químico, sino a residuos de PFOS, como las espumas contra incendios, importadas para su destrucción.

Otra observación interesante sobre los datos específicos de PFOS es que las exportaciones e importaciones globales de un Código HS no coinciden. Por ejemplo, la importación mundial total de PFOS (HS 2904.31) desde 2017-2022 fue de 3348 t mientras que las exportaciones totales fueron de solo 604 t, lo que significa que muchos países no informaron sobre sus exportaciones de PFOS (o residuos de PFOS) a la base de datos UN Comtrade, que es voluntario.

Se recomienda que cada Parte evalúe las importaciones y exportaciones de PFOS y sus sustancias relacionadas mediante los Códigos HS específicos (Tabla 32, Sección 18.2) y que realice evaluaciones más profundas si las importaciones se destinan al uso la destrucción de los productos, y incluya esta información en su Plan de Aplicación Nacional (PNA).

23 <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/AcceptablePurposes/AcceptablePurposesPFOSandPFOSF/tabid/794/Default.aspx>

24 Torres FBM, Guida Y, Weber R, Torres JPM (2022) Brazilian overview of per-and polyfluoroalkyl substances listed as persistent organic pollutants in the Stockholm convention. Chemosphere 291, 132674

2.5 Aplicaciones principales anteriores de PFOS en productos y residuos relacionados

2.5.1 Productos y residuos en uso

La producción y el uso de PFOS y compuestos relacionados durante más de 50 años han dado lugar a reservas y residuos. La mayoría de los productos tratados con PFOS entre 1970 y 2000, como papel, alfombras, muebles o textiles se han desechado en los vertederos, lo que conlleva riesgos actuales y futuros de emisión (véase la sección 2.5.2). Algunos de los productos con larga vida útil, como las alfombras o los textiles sintéticos en los vehículos y los muebles todavía se utilizan en cierta medida. También, las espumas contra incendios tienen una vida útil larga, ya que idealmente nunca se utilizan, y se han producido hasta recientemente. Por lo tanto, todavía existen reservas de espumas que contienen PFOS en instalaciones fijas y sectores de uso intensivo como reservas de PFOS refinerías, centros de producción y almacenamiento de petróleo, aeropuertos, centrales eléctricas o instalaciones militares.²⁵

Tabla 5 Cantidades sustancias relacionadas con PFOS utilizadas al nivel mundial por área de uso en 2000.^{16,26}

Categoría Principal	Aplicaciones	Uso global (en 2000)
Tratamiento de superficies	Ropa y cuero, tapicería, moqueta, automóvil	2,160 toneladas
Papel	Aplicaciones en contacto con alimentos (platos, contenedores de alimentos, bolsas y envoltorios), aplicaciones sin contacto con alimentos (cajas plegables, contenedores, formularios autocopiativos, papeles de enmascarar)	1,490 toneladas
Productos Químicos de Rendimiento	Espuma contra incendios	151 toneladas
Productos Químicos de Rendimiento	Tensioactivos para minería y pozos petrolíferos, revestimientos metálicos, baños de grabado electrónico, fotolitografía, productos químicos electrónicos, aditivos para fluidos hidráulicos, limpiadores, abrillantadores de suelos, películas fotográficas, limpiadores de dentaduras postizas, champús, productos químicos intermedios, aditivos para revestimientos, insecticidas.	680 toneladas

2.5.2 Residuos desechados en vertederos y amenaza de emisión futura

Durante los últimos 60 años, se han desechado decenas de miles de toneladas de PFOS y compuestos relacionados, en productos (como alfombras, textiles, papel y muebles) en los vertederos. El PFOS no se degrada en los vertederos incluso después de que los materiales

²⁵ Véase el inventario detallado de PFOS de Japón; Government of Japan (2020) The National Implementation Plan of Japan under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants.

²⁶ 3M Company (2000) Sulfonated perfluorochemicals in the environment: sources, dispersion, fate and effects, Tech. Rep. AR226-0620,

principales como los polímeros fluorados de cadena lateral presentes en las alfombras, los textiles o el papel se desintegren, un proceso que tarda décadas o incluso siglos.^{27, 28, 29, 30}

Los compuestos migrarán eventualmente a los líquidos de los vertederos y después a los sistemas de recolección de lixiviados o directamente al entorno natural, suponiendo un riesgo actual y futuro.^{27, 31} Por lo tanto el PFOS (y otros PFAS) puede contaminar el suministro de agua potable, ser absorbido por plantas comestibles y bioacumularse en la cadena alimentaria. Por lo tanto, no es una solución viable, desechar el PFOS y los compuestos relacionados que contienen residuos en los vertederos. La gestión ambientalmente racional de las reservas de espumas contra incendios y sus residuos que contienen o que puedan contener PFOS (y otras PFAS) es un desafío, en particular con países que cuentan con una capacidad destructiva limitada o carecen de ella.^{27, 31}

3 PFOA y sus compuestos afines

3.1 Identidad química, propiedades de los COP e inclusión en el Convenio

El PFOA, sus sales, y los compuestos relacionados pertenecen al grupo de PFAS. Los ácidos perfluorados como el PFOA no se degradan en condiciones ambientales normales ni en suelos y ni agua. A los PFAS que pueden transformarse en PFOA en el medio ambiente o en organismos se les denomina «relacionados con PFOA».³² El POPRC ha elaborado una lista indicativa de sustancias incluidas en la inclusión de los ácidos perfluorados (PFOA), sus sales, y los compuestos relacionados con el PFOA, que incluye más de 100 sustancias.³²

El PFOA es altamente persistente, bioacumulativo y tóxico para los seres humanos y otras biotas. En el perfil de riesgo³³ y en el RME³⁴ del PFOA se ha recopilado información detallada para su inclusión en la lista.

El PFOA fue incluido en la lista en 2019 en el Anexo A, con exenciones específicas para su uso y producción (Tabla 7) y se agregó una nueva parte X en el Anexo A.³⁵ Aún no se ha vencido ninguna de las exenciones específicas.

27 Nordic Council of Ministers (2019) The Cost of Inaction - A socioeconomic analysis of environmental and health impacts linked to exposure to PFAS. TemaNord 2019:516.

28 Washington, J.W., Jenkins, T.M., Rankin, K. and Naile, J.E., (2015). Decades-scale degradation of commercial, side-chain, fluorotelomer-based polymers in soils and water. *Environmental science & technology*, 49(2), 915-923.

29 Washington JW, Ellington J.J., Jenkins TM, Evans JJ, Yoo H, Hafner, SC (2009). Degradability of an acrylate-linked, fluorotelomer polymer in soil. *Environmental science & technology*, 43(17), 6617-6623.

30 Li L, Liu J, Hu J, Wania F (2017). Degradation of fluorotelomer-based polymers contributes to the global occurrence of fluorotelomer alcohol and perfluoroalkyl carboxylates: a combined dynamic substance flow and environmental fate modeling analysis. *Environmental Science & Technology*, 51(8), 4461-4470.

31 Weber R, Watson A, Forter M, Oliaei F. (2010). Persistent organic pollutants and landfills – a review of past experiences and future challenges. *Waste Management and Research*. 107-121.

32 Lista indicativa de sustancias incluidas en la lista del ácido perfluorooctanoico (PFOA), sus sales y compuestos relacionados con el PFOA. PNUMA/POPS/POPRC.19/INF/16.

33 Perfil de riesgos del ácido pentadecafluorooctanoico (PFOA, ácido perfluorooctanoico), sus sales y compuestos relacionados con el PFOA. Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes. 2016; UNEP/POPS/POPRC. 12/11/Add.2

34 Evaluación de la gestión de riesgos del ácido pentadecafluorooctanoico (PFOA, ácido perfluorooctanoico), sus sales y compuestos relacionados con el PFOA. Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes. 2017; UNEP/POPS/POPRC.13/7/Add.2.

35 Decisión SC-9/12: Inclusión en la lista del ácido perfluorooctanoico (PFOA), sus sales y compuestos relacionados con el PFOA.

Tabla 6 Identidad química y propiedades de PFOA, sus sales y compuestos relacionados con PFOA

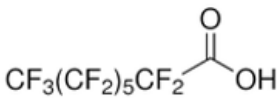
Nombre de sustancia química:	Ácido octanoico, 2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-pentadecafluoro-	
Sinónimos/abreviaturas	Ácido perfluorooctanoico; PFOA; ácido pentadecafluoro-1-octanoico; ácido perfluorocaprilico; ácido perfluoro-n-octanoico; ácido pentadecafluoro-n-octanoico; ácido pentadecafluorooctanoico; ácido n-perfluorooctanoico; ácido 1-octanoico, 2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-pentadecafluoro	
Número de registro CAS:	335-67-1 (PFOA)	
Nombres comerciales:	Ninguno	
Estructura:	 <chem>CF3(CF2)5CF2C(=O)O</chem>	Peso molecular: 414.07 g/mol Formula molecular: C ₈ HF ₁₅ O ₂

Tabla 7 Lista de exenciones específicas para el PFOA (Decisión SC-9.12)

Sustancia química	Actividad	Exenciones Específicas
Por ácido perfluorooctanoico (PFOA), sus sales y compuestos relacionados con el PFOA se entiende lo siguiente	Producción	- Espuma contra incendios: Ninguna - Para otras producciones, según lo permitido para las Partes enumeradas en el Registro de conformidad con las disposiciones de la parte X del anexo A
(i) Ácido perfluorooctanoico (PFOA; N° CAS 335-67-1), incluido cualquiera de sus isómeros ramificados; (ii) Sus sales; (iii) Compuestos relacionados con el PFOA que, a efectos del Convenio, son todas las sustancias que se degradan a PFOA, incluidas todas las sustancias (incluidas las sales y los polímeros) que tengan un grupo perfluoroheptilo lineal o ramificado con la fracción (C ₇ F ₁₅)C como uno de los elementos estructurales.	Uso	- Fotolitografía o procesos de grabado en la fabricación de semiconductores - Recubrimientos fotográficos aplicados a películas - Textiles repelentes al agua y al aceite para proteger a los trabajadores de líquidos peligrosos que entrañan riesgos para su salud y seguridad - Dispositivos médicos invasivos e implantables - Espuma contra incendios para la supresión de vapores de combustibles líquidos e incendios de combustibles líquidos (incendios de clase B) en sistemas instalados, incluidos los sistemas móviles y fijos, de conformidad con el apartado 2 de la parte X del anexo A - Utilización de yoduro de perfluorooctilo para la producción de bromuro de perfluorooctilo destinado a la fabricación de productos farmacéuticos, de conformidad con lo dispuesto en el apartado 3 de la parte X del anexo A - Fabricación de politetrafluoroetileno (PTFE) y fluoruro de polivinilideno (PVDF) para la producción de:

		• Membranas de filtración de gases, membranas de filtración de agua y membranas para textiles médicos de alto rendimiento y resistentes a la corrosión • Equipos intercambiadores de calor de residuos industriales • Sellantes industriales capaces de evitar fugas de compuestos orgánicos volátiles y partículas PM_{2,5} • Fabricación de polifluoroetileno propileno (FEP) para la producción de hilos y cables eléctricos de alta tensión para la transmisión de energía • Fabricación de fluoroelastómeros para la producción de juntas tóricas, correas trapezoidales y accesorios de plástico para interiores de automóviles
--	--	---

3.2 Producción

Según el Perfil de Riesgo³³, se produjeron entre 3600 y 5700 toneladas de PFOA y APFO (ácido perfluorooctanoico amónico) globalmente entre 1951 y 2004. Se estima que la producción total entre 1951 y 2020 fue de 9,55 t.

Los yoduros de perfluoroalquilo (PFAI) son compuestos relacionados con los PFOA cuando contienen siete o más átomos de carbonos perfluorados. Se utilizan desde 1961 para fabricar los denominados productos a base de fluorotelómeros, como los diésteres de fosfato de fluorotelómero (diPAP), los ácidos sulfónicos de fluorotelómero (FTSA) y los etoxilatos de fluorotelómero (FTEO), que se utilizan ampliamente como agentes de tratamiento de superficies y tensioactivos fluorados.³⁶ Se calcula que la producción de PFAI alcanzó las 171.000 t entre 1961 y 2015³⁶.

El PFOA se ha fabricado mediante dos rutas de síntesis: la fluoración electroquímica (ECF) del fluoruro de ácido octanoico (OCF, C₇H₁₅COF) y la oxidación del yoduro de perfluorooctilo (PFOI)³⁶. La producción de PFOA ha disminuido en EE. UU., la UE y Japón debido a su eliminación voluntaria. Sin embargo, la producción ha aumentado en China pasando de 30 t en 2004 a unas 90 t en 2012³⁷, aunque se desconoce la cantidad producida actualmente.

El PFOA también se produce de forma no intencionada durante la descomposición térmica de fluoropolímeros como el politetrafluoroetileno (PTFE; teflón) a partir de la incineración de residuos sólidos urbanos (pirólisis) con instalaciones de incineración inadecuadas o de combustión abierta a temperaturas moderadas³³.

3.3 Aplicaciones

Debido a sus propiedades fisicoquímicas, el PFOA, sus sales y compuestos relacionados con PFOA se utilizan en una amplia gama de aplicaciones en productos industriales y de consumo en

36 UNEP (2023) Guidance on preparing inventories of PFOS, PFOA and PFHxS. Secretariat of the Basel, Rotterdam and Stockholm Conventions (disponible en inglés)

37 Li L, Zhai Z, Liu J, Hu J (2015) Estimating industrial and domestic environmental releases of perfluorooctanoic acid and its salts in China from 2004 to 2012, Chemosphere, 129: 100–109.

diferentes sectores. En el Convenio de Estocolmo, se encuentra una lista de los usos actuales con exenciones (Tabla 7). En el pasado, se utilizaban las cantidades mayores en la producción de fluoroelastómeros y fluoropolímeros, lo que conllevaba emisiones y contaminación de agua potable en alrededores de los lugares de producción.^{38, 39} Esto incluye, por ejemplo, la producción de fluoropolímeros PTFE y PVDF, membranas relacionadas y menaje de cocina antiadherente. Los compuestos relacionados con el PFOA también se han hallado en polímeros fluorados de cadena lateral (SCFP) utilizados sobre todo para el tratamiento de superficies textiles, alfombras y papel.⁴⁰ Además, los compuestos relacionados con el PFOA se utilizan como tensioactivos y agentes de tratamiento de superficies en pinturas, tintas y espumas contra incendios.^{33,34}

El uso actual de PFOA se indica en la lista de exenciones (Tabla 7) y la lista de exenciones específicas registradas (Tabla 8). Dado que la evaluación del uso de PFOA por las Partes todavía está en curso, y la mayoría de los países aún no han desarrollado sus inventarios, es probable que la lista de solicitudes de exenciones aumente. Como varios países, incluidos China y la India, todavía no han ratificado la inclusión de PFOA, hay incertidumbre sobre su producción y uso.

Una de las principales dificultades estriba en la determinación de compuestos relacionados con los PFOA en productos o mezclas lo que permitiría determinar si una sustancia química, mezcla o producto contiene uno o más compuestos relacionados con los PFOA. Las mezclas complejas de PFAS se incluyen en mezclas de productos como los agentes de acabado textil,⁴¹ la espuma contra incendios y los tensioactivos de fluorocarbono relacionados.⁴² En estas mezclas, el PFOA y las sustancias relacionadas con el PFOA están presentes en un amplio rango de concentraciones (por ejemplo el compuesto relacionado con el PFOA 8:2 FTOH se detectó hasta en 1.85 g/L en tensioactivos de fluorocarbono para las espumas contra incendios).⁴² En ocasiones, el PFOA solo se reconoce tras la degradación oxidativa de mezclas de productos o materiales mediante el ensayo de precursor oxidable total (TOP por sus siglas en inglés).^{41,42,43}

Tabla 8 Registro de exenciones específicas de PFOA, sus sales, y compuestos relacionados con el PFOA

Exención Específica	Parte	Fecha de vencimiento	Cantidad de producción/ uso
Producción*			
Para la producción distinta de la espuma contra incendios, según lo permitido para las Partes incluidas en el Registro de conformidad con las disposiciones de la parte X del anexo A.	UE y Suiza	UE (03/12/2025) Suiza (no provisto)	No provisto

38 Hu X C, Andrews DQ, Lindstrom A et al. (2016) Detection of Poly- and Perfluoroalkyl Substances (PFASs) in U.S. Drinking Water Linked to Industrial Sites, Military Fire Training Areas, and Wastewater Treatment Plants. *Environ. Sci. Technol. Lett.* 3, 344-350.

39 Qu Y, Huang J, Willand W, Weber R (2020) Occurrence, removal and emission of per- and polyfluorinated alkyl substances (PFASs) from chrome plating industry: A case study in Southeast China. *Emerging Contaminants* 6, 2020, 376-384.
<https://doi.org/10.1016/j.emcon.2020.10.001>.

40 OECD (2022) Synthesis Report on Understanding Side-Chain Fluorinated Polymers and Their Life Cycle, OECD Series on Risk Management, No. 73. Environment, Health and Safety, Environment Directorate, OECD. (disponible en inglés)

41 Mumtaz M, Bao Y, Li W, Kong L, Huang J, Yu G (2019). Screening of textile finishing agents available on the Chinese market: An important source of per-and polyfluoroalkyl substances to the environment. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 13(5), 1-10.

42 Liu, L., Lu, M., Cheng, X., Yu, G. and Huang, J., (2022). Suspect screening and nontargeted analysis of per-and polyfluoroalkyl substances in representative fluorocarbon surfactants, aqueous film-forming foams, and impacted water in China. *Environment International*, 167, 107398.

43 UNEP (2021). Draft guidance on sampling, screening and analysis of persistent organic pollutants in products and recycling. Secretariat of the Basel, Rotterdam and Stockholm conventions, Geneva (disponible en inglés)

Uso			
Fotolitografía o procesos de grabado en la fabricación de semiconductores	UE, Noruega, Suiza	UE/Noruega (04/7/2025) Suiza (no provisto)	No provisto
Recubrimientos fotográficos aplicados sobre películas	UE, Nueva Zelandia, Noruega, Suiza	UE y Noruega (04/07/2025) Nueva Zelandia y Suiza (no provisto)	No provisto
Textiles repelentes al agua y al aceite para proteger a los trabajadores de líquidos peligrosos que entrañan riesgos para su salud y seguridad.	UE, Noruega, Suiza	UE y Noruega (04/07/2023) Suiza (no provisto)	No provisto
Productos sanitarios invasivos e implantables	UE, Noruega, Suiza	UE, Noruega (04/07/2025) Suiza (no provisto)	No provisto
Espuma contra incendios para la extinción de vapores de combustibles líquidos e incendios de combustibles líquidos (incendios de clase B) en sistemas instalados (sistemas móviles y fijos)	UE, Nueva Zelandia, Noruega, Suiza	UE, Noruega (04/07/2025) Nueva Zelandia (no provisto)	No provisto
Utilización de yoduro de perfluorooctilo para la producción de bromuro de perfluorooctilo destinado a la fabricación de productos farmacéuticos	UE, Noruega, Suiza	UE (Revision y evaluacion para 31/12/2026, cada cuatro años después, y para 31/12/2036; Noruega y Suiza (no provisto)	No provisto
Fabricación de politetrafluoroetileno (PTFE) y fluoruro de polivinilideno (PVDF) para la producción de membranas de filtración de gases, membranas de filtración de agua y membranas para textiles médicos de alto rendimiento y resistentes a la corrosión.	UE, Noruega, Suiza	UE, Noruega (04/07/2023)	No provisto

**Esto se refiere al uso del PFOA o las sustancias relacionadas en la producción, no a la producción de PFOA en sí.*

3.4 Comercio

El PFOA y los compuestos relacionados se comercializan probablemente como sustancias químicas, en mezclas (acabados de textiles⁴¹ o tensioactivos de fluorocarbono para las espumas contra incendios⁴²) y en productos (por ejemplo espumas contra incendios⁴² y textiles). Sin embargo, todavía no hay ningún Código HS específico para el PFOA y sus compuestos relacionados. Por lo tanto, es posible rastrear el comercio de PFOA y los compuestos relacionados mediante los Códigos HS.

Para la importación a la Unión Europea, se estima que el PFOA y los compuestos relacionados se importan principalmente en productos como como ropa de exterior, ropa de protección para trabajadores, membranas para prendas de vestir, textiles domésticos y tapicería tratados, prendas médicas no tejidas tratadas, acabado de cuero, alfombras, aerosoles de impregnación/impermeabilizantes, espumas contra incendios, papel tratado, pinturas y tintas, productos de limpieza, ceras para suelos/sellantes para madera, lubricantes y cintas selladoras.³³ El mayor volumen de importación de PFOA, sus sales y compuestos relacionados con el PFOA a la UE procede de los textiles (principalmente chaquetas de exterior) con entre 1000 y 10.000 toneladas hasta el 2015. La cantidad importada anualmente de PFOA en productos disminuyó

después de 2015 debido a la disponibilidad de alternativas.³³ En consecuencia, el comercio y la importación de PFOA y sus compuestos relacionados en productos son probablemente lo más relevante para la mayoría de los países.

3.5 Productos en uso/reservas y residuos que contienen PFOA y compuestos relacionados

3.5.1 Productos en uso y residuos

Un uso principal de PFOA y compuestos relacionados fue en los polímeros fluorados de cadena lateral, como los polímeros de metacrilato fluorados, los polímeros de uretano fluorados o los polímeros de oxetano fluorados.⁴⁴ Estos polímeros se utilizan para tratar el superficie de las fibras de plástico de alfombras, muebles (textiles) y otros tejidos para repeler el agua, el aceite y la suciedad. Los productos principales en uso y los residuos relacionados que contienen PFOA y compuestos relacionados son ropa de exterior tratada, ropa de protección de los trabajadores, membranas de fluoropolímero para prendas de vestir, textiles y tapicería domésticos tratados, prendas médicas no tejidas tratadas, alfombras, papel tratado, acabado del cuero, aerosoles de impregnación/agentes impermeabilizantes, espumas contra incendios, pinturas y tintas, ceras para suelos/sellantes para madera y cintas selladoras de fluoropolímero.³³ Es probable que haya existencias de espumas contra incendios que contengan PFAS, incluido el PFOA, en bases militares, aeropuertos, instalaciones y plataformas petrolíferas y otras instalaciones.

Se ha producido el PFOA desde los años 60 (Figura 1) y por lo tanto, una parte de estos productos han entrado en el tratamiento de residuos y los vertidos (véase, sección 3.5.2). Dado que la producción y el uso principales de PFOA ocurrieron en los últimos 30 años (Figura 1) una gran parte de los productos sigue en uso.

3.5.2 Residuos descartados en vertidos como fuente de riesgo de emisión futura

En los últimos 60 años, miles de toneladas de PFOA y compuestos relacionados se han desechado en los vertidos, en textiles, alfombras, papeles o fluoropolímeros. Como ya se ha descrito para el PFOS (Sección 2.5.2), PFOA tampoco se degrada en los vertidos, aun cuando se desintegran los materiales principales del producto, como los fluoropolímeros de cadena lateral, proceso que se lleva a cabo en un periodo de décadas o siglos.^{28,29,31} Los compuestos acabarán migrando hacia los líquidos de los vertidos, y posteriormente hacia los sistemas de recolección de lixiviados, o directamente hacia el medioambiente.^{27,45} Entonces, puede que contaminen el suministro de agua potable, al ser absorbidos por plantas comestibles y bioacumularse en la cadena alimentaria. Por lo tanto, la eliminación de los residuos que contienen PFOA y compuestos relacionados en los vertidos no es una solución viable. La gestión ambientalmente racional es un reto, en particular para aquellos países que cuentan con una capacidad limitada para destruir estos residuos, o que carecen de ella.

27,31

44 Buck RC, Franklin J, Berger U, et al. (2011). Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in the environment: Terminology, classification, and origins. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 7(4), 513–541.

45 Weber R, Watson A, Forter M, Oliaei F. (2010). Persistent organic pollutants and landfills – a review of past experiences and future challenges. *Waste Management and Research*. 107-121.

4 Ácido Perfluorohexano Sulfónico (PFHxS) y Compuestos Relacionados

4.1 Identidad química, propiedades COP e inclusión en el Convenio

El ácido perfluorohexano sulfónico (PFHxS), sus sales, y compuestos relacionados con el PFHxS pertenecen al grupo de los PFAS. El PFHxS es extremadamente persistente en el medio ambiente. En el 2022, la Conferencia de las Partes incluyó el PFHxS, sus sales y compuestos relacionados con el PFHxS en el Anexo A del Convenio, sin exenciones específicas (Decisión SC-10/13⁴⁶). El grupo de los PFHxS, sus sales y compuestos relacionados con los PFHxS incluye isómeros lineales y ramificados, entre los que se encuentran las siguientes sustancias⁴⁶:

(i) Ácido perfluorohexano sulfónico (Nº CAS: 355-46-4, PFHxS)

(ii) Sus sales

(iii) Cualquier sustancia que contenga la fracción química $C_6F_{13}SO_2$ como uno de sus elementos estructurales y que se degrade potencialmente a PFHxS

Se han identificado más de 75 compuestos relacionados con el PFHxS.⁴⁷ El PFHxS y los compuestos relacionados tienen propiedades únicas, parecidas a las del PFOS con alta resistencia a la fricción, el calor, los agentes químicos y baja energía superficial y se utilizan como repelentes de agua, grasa, aceite y suciedad.⁴⁸ El PFHxS es un ácido fuerte con seis carbonos totalmente fluorados, que tiene propiedades tanto hidrofóbicas como hidrofílicas. El PFHxS es muy resistente a la degradación química, térmica y biológica debido a sus fuertes enlaces carbono-flúor, por lo que persiste en el medio ambiente. Las concentraciones de PFHxS se encuentran tanto en la biota como en los seres humanos y su eliminación tarda aproximadamente ocho años. Se ha descubierto que el PFHxS reduce la actividad neuronal implicada en el aprendizaje y la memoria de las ratas adultas. En los seres humanos, el PFHxS tiene efectos adversos sobre el sistema nervioso, el sistema inmunitario, el desarrollo cerebral y el sistema endocrino, como las hormonas tiroideas.

Se ha recopilado información detallada en el perfil de riesgo⁴⁹ y el RME⁵⁰

Tabla 9 Identificación química y propiedades de PFHxS, sus sales y compuestos relacionados con PFHxS^{49, 50}

Nombre de sustancia química:	Ácido Perfluorohexano-1-sulfónico (PFHxS)
Sinónimos /abreviaturas:	PFHxS; PFHS, ácido tridecafluorohexano-1-sulfónico, ácido tridecafluorohexano-1-sulfónico, ácido 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-Tridecafluorohexano-1-sulfónico, ácido 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-Tridecafluoro-1-hexanosulfónico

46 UNEP (2022) SC-10/13: Listing of perfluorohexane sulfonic acid (PFHxS), its salts and PFHxS-related compounds. (disponible en inglés)

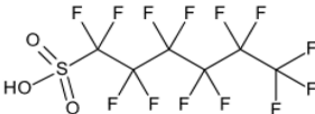
47 UNEP (2019) Initial indicative list of perfluorohexane sulfonic acid (PFHxS), its salts and PFHxS-related compounds.

UNEP/POPS/POPRC.15/INF/9 (disponible en inglés)

48 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-PUB-factsheet-PFHxS-2020.English.pdf>

49 UNEP (2018) Risk profile on perfluorohexane sulfonic acid (PFHxS), its salts and PFHxS-related compounds Persistent. Organic Pollutants Review Committee. UNEP/POPS/POPRC.14/6/Add.1, (disponible en inglés)

50 UNEP (2019) Risk management evaluation on perfluorohexane sulfonic acid (PFHxS), its salts and PFHxS-related compounds. UNEP/POPS/POPRC.15/7/Add.1 (disponible en inglés)

Nombres comerciales:	RM70 (nº CAS: 423-50-7), RM75 (nº CAS: 3871-99-6) y RM570 (nº CAS: 41997-13-1) (sustancias relacionadas con PFHxS producidas por Miteni SpA, Italia). Tensioactivo fluoroquímico de la marca FC-95 Fluorad (nº CAS: 3871-99-6). Contiene PFHxS-K producido por 3M	
Número Registro CAS:	355-46-4	
Estructuras:		Peso molecular: 400.11 Formula molecular: C ₈ F ₁₇ SO ₃ H

4.2 Producción

4.2.1 Producción intencionada

La producción histórica corrió a cargo principalmente de 3M (aproximadamente 227 toneladas en 1997, es decir aproximadamente el 10% de los PFOS), que abandonó la producción de ácidos perfluoroalquilo sulfónicos (PFSA) C6, C8 y C10 en 2002.⁴⁹ Además, entre los fabricantes o proveedores anteriores y/o actuales de PFHxS, sus sales y compuestos relacionados con PFHxS figuran un fabricante de Italia (Miteni) y algunos de China. En 2003 se produjeron aproximadamente 6 toneladas de PFHxS en Italia, que cesó su producción en 2013.⁵¹ En el caso de un importante productor chino de PFAS (Hengxin Chemical Plant), la producción anual de PFHxS en 2011 fue de 30 toneladas, con un cese de la producción en 2012.⁴⁹

Los datos más recientes de producción de PFHxS⁵² eran de entre 700 y 750 kg en 2012 y disminuyeron a menos de 700 kg en 2016 por parte de productores chinos.^{51,53} En China se prohibió la producción, exportación y uso de PFHxS en 2023.⁵⁴

4.2.2 Producción no intencional

El PFHxSF se ha producido involuntariamente como subproducto de la fluoración electroquímica (ECF por sus siglas en inglés) del fluoruro o cloruro de octanosulfonilo, el proceso utilizado para producir PFOSF.⁵⁵ Las concentraciones de PFHxS detectadas en productos comerciales de PFOS fueron de entre el 3,5% y el 9,8% en el FC-95 de 3M (3M, 2015)⁵⁶ y de entre el 11,2% y el 14,2% en tres productos de China.⁵⁵ Suponiendo aproximadamente un 10% de subproducto en la producción total de PFOS (entre 68.000 t⁵ y 96.000¹⁵, véase la sección 2.2), podría haberse producido un total de entre 7.000 y 10.000 t de PFHxS dentro de la producción de PFOS.

51 ECHA (2019) Annex XV Restriction Report Proposal for a Restriction - Substance Name(S): Perfluorohexane sulfonic acid (PFHxS), its salts and PFHxS-related substances. (disponible en inglés)

52 Existe una estimación de un informe de mercado mediante una extrapolación de usos anteriores de que el PFOSF podría tener una producción de más de 80 t en 2020.⁵³ Sin embargo, esta estimación debe tratarse con cautela, ya que no hay información que corrobore la extrapolación⁵¹ y no hay ningún productor confirmado.

53 Norwegian Environment Agency (2017). Monitoring of environmental contaminants in air and precipitation. Report M-757/2017. <http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2017/September-2017/Monitoring-of-environmental-contaminants-in-air-and-precipitation>.

54 Ministry of Ecology and Environment of China. (2023). List of New Pollutants for Priority Control (Final Version 2023)

55 Jiang W, Zhang Y, Yang L, Chu X, Zhu L (2015). Perfluoroalkyl acids (PFAAs) with isomer analysis in the commercial PFOS and PFOA products in China. Chemosphere, 127, 180–187.

56 3M (3M Canada Company) (2015). Material Safety Data Sheet – FC-95 Fluorad Brand fluorochemical surfactant.

4.3 Las Aplicaciones del PFHxS

El PFHxS se ha utilizado en las mismas aplicaciones que el PFOS (y el PFOA) y ha sustituido parcialmente al PFOS. Los PFHxS y sustancias afines se han utilizado intencionalmente al menos en las siguientes aplicaciones: espumas acuosas formadoras de película (AFFF por sus siglas en inglés) para la lucha contra incendios; chapado de metales; textiles, cuero y tapicería; (4) agentes de pulido y agentes de limpieza/lavado; revestimientos, impregnación/impermeabilización (para protección contra la humedad, hongos, etc.); y en la fabricación de productos electrónicos y semiconductores. Además, otras categorías de uso potencial pueden incluir pesticidas, retardantes de llama, papel y envases, así como la industria petrolera.

La información más reciente sobre la distribución del uso del PFHxS procede de 2016 (momento de la última producción confirmada) y se estima que alrededor del 66% del PFHxS se utilizó en espumas contra incendios, el 22% en acabado textil y el 12% en otras aplicaciones (no se especifica más).⁵³

4.4 El Comercio de PFHxS

El PFHxS, sus sales y los compuestos relacionados con el PFHxS han sido incluidos en los inventarios químicos nacionales (por ejemplo, en el sistema de notificación de inventarios de la ECHA de la UE, Australia, Nueva Zelanda, Canadá, China, Japón y EE.UU.) donde se indican la importación y/o los usos históricos de los productos que contienen estas sustancias. Sin embargo, ni los PFHxS ni ninguno de los compuestos considerados sustancias relacionadas con los PFHxS, como el PFHxSF, están registrados con arreglo al Reglamento REACH (Registro, Evaluación, Autorización y Restricción de Sustancias y Preparados Químicos) de la UE.

Dado que se desconoce la producción actual y que la producción anual en los últimos cinco años probablemente fue inferior a 1 t/año (sección 4.2), es probable que el comercio sea reducido o inexistente.

En cuanto a los PFOS y PFOA, las mezclas técnicas de PFAS podrían contener PFHxS como impureza⁴² y podrían ser objeto de comercio en los productos.

Los PFHxS y compuestos relacionados aún no tienen códigos HS específicos. Por consiguiente, la base de datos Comtrade de las Naciones Unidas no hace un seguimiento del comercio de PFHxS y compuestos relacionados (a diferencia de los PFOS, que sí tienen códigos HS específicos; sección 2.4).

4.5 Productos en uso, reservas y residuos que contienen PFHxS y compuestos afines

4.5.1 Productos en uso y residuos

Dado que la mayor parte de los PFHxS los produjo 3M antes de 2002, los principales productos como la espuma contra incendios, los textiles, el cuero o la tapicería se han eliminado en su mayor parte en vertederos con riesgo de liberación (véase la sección 2.5.2). No obstante, algunos productos con una larga vida útil, como las alfombras sintéticas, siguen utilizándose en cierta medida. Las espumas contra incendios también tienen una larga vida útil y se produjeron hasta al menos 2017. Es posible que todavía haya existencias de PFHxS en espumas antiincendios, sobre todo en instalaciones fijas y sectores de gran uso como refinerías, centros de producción y

almacenamiento de petróleo, aeropuertos, centrales eléctricas o instalaciones militares.⁵⁷ Las alfombras, el cuero y los textiles tratados con PFAS también pueden contener PFHxS. Debido a que la producción y utilización de PFHxS es considerablemente menor que la de PFOS, los productos en existencias y los residuos son menores.

4.5.2 Residuos eliminados en vertederos y amenaza de liberación futura

El PFHxS no se degrada en vertederos de forma similar al PFOS y al PFOA. El PFHxS presente en vertederos migrará a los líquidos del vertedero, y posteriormente a los sistemas de recogida de lixiviados o directamente al medio ambiente natural^{27, 58}, lo que puede contaminar los suministros de agua potable, ser absorbido por plantas comestibles y bioacumularse en la cadena alimentaria. En los lixiviados de vertedero, las concentraciones de PFHxS se situaron en un nivel similar al de los PFOS^{59,60} por lo que el vertido de residuos que contienen PFHxS y compuestos afines no es una solución viable. La gestión ambientalmente racional de los residuos de PFHxS es un reto, especialmente para los países que carecen de capacidad para destruir estos residuos o que la tienen limitada.^{27,31}

5 Parafinas cloradas de cadena corta (PCCC)

5.1 Identidad química, propiedades como COP e inclusión en la lista del Convenio

Las parafinas cloradas (PCC) son compuestos organoclorados semivolátiles que se producen en grandes volúmenes de producción (alrededor de 1 millón de t/año)^{5,61, 62}. Químicamente, son hidrocarburos policlorados no ramificados con diferentes contenidos de cloro y longitudes de cadena. Según la longitud de su cadena se clasifican en PC de cadena corta (PCCC; C₁₀ a C₁₃) (véase la tabla 10), PC de cadena media (PCCM; C₁₄ a C₁₇) y PC de cadena larga (PCCL; C_{≥18}).

Las PCCC son sustancias peligrosas para el medio ambiente y la salud humana. Los datos disponibles indican que las PCCC son persistentes, bioacumulativas y tóxicas, especialmente para los organismos acuáticos. Las PCCC son lo suficientemente persistentes en el aire como para ser transportadas a larga distancia. Muchas PCCC se acumulan en la biota; la concentración media de PCCC en la leche humana es la segunda concentración de COP más alta del mundo, solo superada por el DDT.⁶³ En el perfil de riesgos⁶⁴ y en la evaluación de la gestión de riesgos⁶⁵ se ofrece información detallada. La información sobre la identidad química y las estructuras se recopila en la Tabla 10. En 2019 se incluyeron las PCCC con un contenido de cloro superior al 48% en masa en

57 See e.g. the PFOS inventory in Japan; Government of Japan (2020) The National Implementation Plan of Japan under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants.

58 Weber R, Watson A, Forter M, Oliaei F. (2010). Persistent organic pollutants and landfills – a review of past experiences and future challenges. *Waste Management and Research*. 107-121.

59 Busch J, Ahrens L, Sturm R, Ebinghaus R (2010). Polyfluoroalkyl compounds in landfill leachates. *Environmental Pollution*, 158(5), 1467-1471.

60 Kim JW, Tue NM, Isobe T, Misaki K, Takahashi S, Viet PH, Tanabe S. (2013). Contamination by perfluorinated compounds in water near waste recycling and disposal sites in Vietnam. *Environmental monitoring and assessment*, 185, 2909-2919.

61 PNUMA (2019) Detailed guidance on preparing inventories of short-chain chlorinated paraffins. Draft. UNEP/POPS/COP.9/INF/19

62 Chen C, Chen A, Zhan F, Wania F, Zhang S, Li L, Liu J (2022) Global historical production, use, in-use stocks, and emissions of short-, medium-, and long-chain chlorinated paraffins, *Environ. Sci. Technol.* 56, 7895–7904. + Supporting Information.

63 Krätschmer K, Malisch R, Schächtele A, Vetter W (2019) POPs in human milk of 65 countries sampled 2000 to 2012. WHO & EU POPs Reference Laboratory.

64 PNUMA/POPS/POPRC.11/10/Add.2 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.11-10-Add.2.English.pdf>

65 PNUMA/POPS/POPRC.12/11/Add.3 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.12-11-Add.3.English.pdf>

el Anexo A del Convenio de Estocolmo, con una amplia gama de exenciones específicas que abarcan la mayoría de los principales ámbitos de aplicación⁶⁶ (Tabla 11). Las PCCM, las PCCL u otras mezclas de PC que contengan más del 1% de PCCC también son COP⁶¹. Las PCCM con un contenido de cloro $\geq 45\%$ han sido recomendadas por el CECOP como COP para su inclusión en la COP 12 en 2025.⁶⁷

Dado que la producción mundial de PCCC sigue siendo elevada (sección 5.2) y que a menudo no se comercializan como PCCC, muchos países utilizan actualmente mezclas de PCCC que contienen PCCC y no son conscientes de ello (sección 18.3). Solo se ha registrado una exención de conformidad con el Párrafo 3 del Artículo 4 procedente de Vietnam para 15.000 t/año, lo que indica que es el COP con la mayor cantidad de uso jamás registrada en el país.⁶⁸

Tabla 10 Identificación química y propiedades de las PCCC ^{64,65}

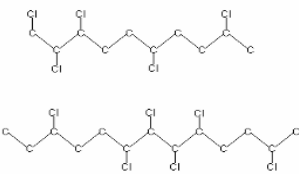
Nombre de la sustancia química:	Parafinas cloradas de cadena corta (PCCC)		
Sinónimos/abreviaturas	Alcanos, clorados; alcanos (C10-13), clorados (50%-70%); alcanos (C10-13), clorados (60%); alcanos clorados, parafinas cloradas; cloroalcanos; clorocarbonos; alcanos policlorados; parafinas cloradas.		
Número del Registro CAS:	Nº CAS 85535-84-8; Nº CAS 68920-70-7; Nº CAS 71011-12-6; Nº CAS 85536-22-7; Nº CAS 85681-73-8; Nº CAS 108171-26-2		
Estructura de dos compuestos de PCCC (C ₁₀ H ₁₇ Cl ₅ y C ₁₃ H ₂₂ Cl ₆):		Fórmula molecular:	C _x H _(2x-y+2) Cl _y , donde x=10-13 y y=1-13

Tabla 11 Exenciones específicas para la producción y el uso de PCCC⁶⁶ que se caducaron en diciembre de 2023⁶⁹

Sustancia química	Actividad	Exenciones específicas
Parafinas cloradas de cadena corta (alcanos, C10-13, cloro)+ hidrocarburos clorados de cadena recta con longitudes de cadena comprendidas entre C10 y C13 y contenido de cloro superior al 48% en peso.	Producción	Según lo permitido para las Partes inscritas en el Registro
	Uso	• Aditivos en la producción de correas de transmisión en la industria del caucho natural y sintético • Piezas de repuesto de cintas transportadoras de caucho en las industrias minera y forestal • Industria del cuero, en particular, engrasado del cuero

66 Decision SC-8/11; <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.8-SC-8-11.English.pdf>

67 PNUMA (2023) Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its nineteenth meeting. UNEP/POPS/POPRC.19/9. (disponible en inglés)

68 <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/SpecificExemptions/ShortchainchlorinatedparaffinsRoSE/tabid/7595/Default.aspx>

69 Decisión SC11/1 Exenciones.

Por ejemplo, las sustancias con los siguientes números CAS pueden contener PCCC: Nº CAS 85535-84-8; Nº CAS 68920-70-7; Nº CAS 71011-12-6; Nº CAS 85536-22-7; Nº CAS 85681-73-8; Nº CAS 108171-26-2.	• Aditivos lubricantes, en particular para motores de automóviles, generadores eléctricos e instalaciones de energía eólica, y para perforaciones en prospecciones de petróleo y gas, refinerías de petróleo para producir gasóleo • Tubos para bombillas de decoración exterior • Pinturas impermeabilizantes e ignífugas • Adhesivos • Procesado de metales • Plastificantes secundarios en cloruro de polivinilo flexible, excepto en juguetes y productos infantiles
--	---

5.2 Producción de PCCC y CP que potencialmente contienen PCCC

Las parafinas cloradas, incluidas las PCCC, se han producido desde los años 30. Se estima la producción total histórica de PCCC es de 8 795 kt⁵, de las cuales 18 525 kt corresponden a las PCCM y 32 500 kt para todas las PC.⁶² En la India y China (y en varios otros países), las mezclas técnicas producidas de PC no se categorizan según la longitud de la cadena, sino el contenido de cloruro (entre el 30% y el 70%) y a menudo, contienen mezclas de PCCC y PCCM.^{62,70,71} La producción mundial de PC se ha aumentado en más de 1 300 kt por año en los últimos 15 años.⁵ China es el principal productor, con una producción que alcanzó a los 1 100 kt en 2014, con una posible disminución en años recientes.⁶² La segunda mayor producción se realiza en la India, con una cantidad de 226,4 kt en el 2020 y se espera que aumente hasta más de 350 kt en el 2020.⁶² Las producciones en todos demás países son significativamente más bajas, con 45kt reportados anualmente de PC para los años recientemente reportados la UE (2010), 40 kt en EE. UU. (2011) 27 kt en Rusia (2011), 20 kt en Egipto (2008) 12 kt en Jordania (2015) y 10 kt en Sudáfrica⁶².

Basándose en los datos medidos de mezclas de PC y productos que contienen mezclas de PC y contenidos relacionados con PCCC, se estima la producción máxima fue de 440 kt por año en 2014, cifra que disminuyó ligeramente hasta situarse en torno a 400 kt por año en el 2020.⁶² Se estima que la producción total de PCCM es de aproximadamente 750 kt por año en los últimos años. ^{62*} Dado que una gran parte de estas PC técnicas son mezclas de PCCC y PCCM, es posible que hasta 900.000 t de mezclas de PC por año contengan más de 1% de PCCC (por promedio más de 30%) y por lo tanto pueden clasificarse como COP.

Por otro lado, los países industriales suelen categorizar la producción de PC en función de la longitud de la cadena. En Japón se interrumpió la producción en 2006, en Canadá en el 2009, y en la UE y los EE. UU. en 2012. La producción y la exportación de PCCC están prohibidas en China desde el 31 de diciembre de 2023.⁵⁴

70 Chen C, Chen A, Li L, Peng W, Weber R, Liu J (2021) Chlorinated Paraffins in Chinese Products through Detection-based Mass Balancing. *Environ Sci Technol.* 55, 7335–7343. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c07058>.

71 Xia D, Vaye O, Lu R, Sun Y (2021) Resolving mass fractions and congener group patterns of C8 - C17 chlorinated paraffins in commercial products: associations with source characterization, *Sci. Total Environ.* 769, 144701

5.3 Las aplicaciones de las PCCC y las PC que potencialmente contengan las PCCC

Se estima que se han utilizado la mayor parte de las PC históricamente producidas como aditivos en productos de PCV, lo que supone entre 50% y un 66% durante el periodo 2000 - 2020.⁷¹ Los fluidos metalúrgicos/ lubricantes se consideran el segundo uso más importante, con un 12-29% durante el periodo 1990-2020. Se utilizaban cantidades más pequeñas en caucho y otros plásticos (10-14%), en adhesivos sellantes (5-6%) y en pinturas y barnices (3-10%).⁷¹

Para comprender el uso principal actual de las PCCC (y PCCM) es necesario evaluar el uso actual de las mezclas de PC producidas por China e India, que representan más del 90% de la producción de PCCC y PCCM.

Un estudio de seguimiento evaluó el uso de las PCCC (y PCCM) en los productos principales fabricados en China.⁷¹ El estudio calculó que el 88% de la producción anual de PCCC y el 74% de las PCCM en China se utilizan en el PVC plastificado.⁷¹ Otros aditivos importantes de CP utilizados en China fueron el caucho (5% de las PCCC y 18% de las PCCM) y los adhesivos de espuma de poliuretano (espuma de PU) (5% de las PCCC y 6% de las PCCM).⁷¹ Se utilizaban cantidades menores en los fluidos metalúrgicos y el cuero (alrededor de un 2% de las PCCC y PCCM). No se ha realizado ningún estudio similar para la India, pero los productores indios de PC señalan las mismas categorías de uso que los PCV: plásticos, caucho, lubricantes, pinturas y sellantes.⁷²

Un estudio reciente evaluó la importación y el uso de las PC en Brasil. El estudio concluyó que entre el 2014 y el 2019, aproximadamente el 58% de las mezclas técnicas de CP importadas se vendieron a la industria de los polímeros (principalmente a fabricantes de PVC y otros plásticos) y el 22% a los productores de lubricantes.⁷³ Otros usos en Brasil fueron el caucho, el poliuretano, sellantes, pinturas, resinas, lubricantes para metales y adhesivos.⁷³

Los patrones de uso pueden variar significativamente en función de la industria existente en una región o país.^{71,74} Para los países sin producción de las PC, un impulsor clave de los PCCC (y PCCM) en uso es la importación de materiales y productos que contienen las PCCC/PCCM, tales como el PVC plastificado, productos de caucho, (por ejemplo, cintas transportadoras o correas de transmisión), espuma PUR en aerosol, lubricantes y pinturas. El inventario inicial de PCCC y PCCM en Nigeria calculó que más de 37.400 t de PCCM estaban presentes en PVC, caucho y espuma PUR en aerosol importados desde 1996 hasta 2018⁷⁵.

Muchas aplicaciones de PCCC tienen una larga vida útil, particularmente en el sector de la construcción (por ejemplo varios usos de PVC, espuma PUR en aerosol, sellantes, pinturas y adhesivos).

5.4 El Comercio de las PCCC

Las PCCC (y PCCM) no tienen específicos Códigos HS^{75,76} y por lo que no es posible realizar una evaluación del comercio mundial basada en la base de datos UN Comtrade. Se estima que China

72 e.g. <https://www.pciplindia.com/product-detail/Chlorinated-Paraffin-#>; <https://www.omal.in/chlorinated-paraffin.php>; <http://www.flowtechgroup.in/products-chlorinated-paraffin.php>; and <https://thesuntek.com/Chlorinated-paraffins.php>

73 Guida Y, Capella R, Kajiwarra N, Babayemi OJ, Torres JPM, Weber R (2022) Inventory approach for short-chain chlorinated paraffins for the Stockholm Convention implementation in Brazil. *Chemosphere* 287, 132344.

74 Glüge, J., Wang, Z., Bogdal, C., Scheringer, M., Hungerbühler, K., (2016). Global production, use, and emission volumes of short-chain chlorinated paraffins – a minimum scenario. *Sci. Total Environ.* 573, 1132–1146.

75 Babayemi JO, Nnorom IC, Weber R (2022) Initial assessment of imports of chlorinated paraffins into Nigeria and the need for improvement of the Stockholm and Rotterdam Convention. *Emerg. Contam.* 8, 360-370 <https://doi.org/10.1016/j.emcon.2022.07.004>

76 PNUMA (2019) Guidance on preparing inventories of short-chain chlorinated paraffins (SCCPs). Detailed guidance. (disponible en inglés)

exporta aproximadamente solo un 4% de las PC⁶² que representa 16 kt de PCCC y 22,5 kt de PCCM. La India exportó 42,3 kt y 41,2 kt en 2015 y 2016 respectivamente, lo que representa un 15% del volumen de producción en India.⁶² Los datos de exportaciones o las estimaciones para otros países no están disponibles y son de menor interés dado que sus capacidades son reducidas. Ya que en China la mayor parte (95%) de las PCCC y PCCM se utilizan en productos que se exportan parcialmente, el comercio principal de estas sustancias se da principalmente en PCV, espuma PUR en aerosol, productos de caucho, y lubricantes, con poca relevancia en pinturas y en cuero^{62,71}. Estos productos no llevan etiquetado y pueden ingresar a países mediante importaciones no sometidas al Procedimiento de Consentimiento Previo (PIC por sus siglas en inglés) de Rotterdam.

Las estimaciones de PCCC y PCCM del inventario inicial nigeriano de PC (con factores de impacto medidos/publicados para China⁷¹ indican una importación total de 33 712 t de PCCC, importados en productos plastificados de PVC desde 1996 hasta 2018, con una importación más baja de espuma PUR en aerosol (2331t) y productos de caucho (1386 t). La cantidad de PCCM importadas desde China para Nigeria en forma de productos fue principalmente de productos de caucho (32 317 t) y productos plastificados de PVC (2599 t). Se calcularon importaciones más bajas de PCCM en espumas de pulverización PUR, con una cantidad de 2020 toneladas.⁷⁵ Esto indica que además del comercio de mezclas de PC que contienen PCCC, también es necesario considerar y controlar los productos que contienen dichas sustancias.

Teniendo en cuenta la enorme producción y comercio históricos y actuales de PCCC, PCCM y otras PC que contienen PCCC ⁶¹ es presumible que sean relevantes para todos los países, particularmente para los países de renta baja y media, donde se detectaron los niveles más altos de leche humana.

Es muy probable que la mayoría de los países no sepan que están importando PCCC y otras PC que contienen PCCC ya que las mezclas comerciales de PC no se comercializan como PCCC, sino como mezclas de PC con un contenido de cloro (por ejemplo CP52), y en la mayoría de los países, las PCCC se importan en productos/materiales tales como PVC, caucho, o espuma PUR en aerosol. Solo un país (Vietnam) se ha registrado para obtener todas las exenciones listadas tras calcular que se utilizan aproximadamente 15.000 toneladas de PCCC por año en el país.

5.5 Las aplicaciones las reservas de PCCC en los productos, los residuos y el reciclaje

5.5.1 El uso y las reserva principales de las PCCC en productos

A finales de 2020, más de 13.000 kt, es decir, alrededor del 40% de las existencias históricamente producidas, estaban en uso de PC, de las cuales 2860 kt eran de PCCC (22%) y 8450 kt eran de PCCM (65%)⁶². La mayoría son aditivos en productos de PVC (78%), seguidos por productos en caucho y otros plásticos (11%) y adherentes y sellantes (8%)⁶². Si se presume un contenido promedio de PC del 10 %, se puede calcular que hay 130.000 kt de productos/materiales que contienen PC, con un contenido de PCCC en la mayoría de estos productos en uso que supera los límites provisionales del Convenio de Basilea.⁷⁷

77 PNUMA (2024) Directrices técnicas sobre la gestión ambientalmente racional de los desechos consistentes en contaminantes orgánicos persistentes, que los contengan o estén contaminados con ellos UNEP/CHW/OEWG.14/INF/5. (disponible en inglés)

5.5.2 Las PCCC en los residuos, el reciclaje y los vertederos

Aproximadamente 20.000 kt de PC ya han entrado en el final de su vida útil⁶² y se desechan principalmente en vertederos, incluidos aproximadamente 6000 kt de PCCC.

Una parte de estos residuos entra en el reciclaje, y según un estudio realizado en Tailandia calculó que las PCCC están presentes en una amplia gama de productos de PVC junto con varios otros plastificadores utilizados en el reciclaje de PVC.⁷⁸

6 Éter de decabromodifenil(decaBDE; BDE-209)

Los éteres difenílicos polibromados (PBDE por sus siglas en inglés) son retardantes de llamas bromados que se utilizaban con frecuencia en plásticos en los AEE, en el sector del transporte, en el sector de construcción y en textiles (documento de orientación sobre el inventario de PBDE⁷⁹). Los PBDE se producen y se utilizan como mezclas técnicas de diferentes congéneres. Se han producido tres mezclas comerciales, cada una de las cuales recibe el nombre del grupo homólogo principal:

- DecaBDE comercial (c-DecaBDE) con aproximadamente un 98% de éter de decabromodifenilo (decaBDE)
- PentaBDE comercial (c-PentaBDE) con componentes principales éter de tetrabromodifenilo (tetraBDE) y éter de pentabromodifenilo (pentaBDE), (véase el capítulo 7)
- OctaBDE comercial (c-OctaBDE) con componentes principales éter de hexabromodifenilo (hexaBDE) y éter de heptabromodifenilo (heptaBDE), (véase el capítulo 7)

6.1 Identidad química, propiedades COP e inclusión en el Convenio

Los DecaBDE comerciales contienen típicamente entre un 90% y un 99% decaBDE (BDE-209), y hasta un 10% principalmente de nonaBDE y niveles más bajos de octaBDE.^{79,80}

El C-DecaBDE es un aditivo ignífugo de uso general que se mezcla físicamente con el material en el que se utiliza para reducir la inflamabilidad y la velocidad de propagación de la llama. Es compatible con una amplia gama de polímeros y materiales.

El decaBDE es persistente, y tiene el potencial de bioconcentrarse y biomagnificarse en la cadena alimentaria y de ser transportado a larga distancia. Se han observado efectos negativos en organismos del suelo, aves, peces, ranas, ratas, ratones, y seres humanos. El perfil de riesgo⁸¹ y el RME⁸² aportan información detallada. La Tabla 12 recopila información sobre la identidad química y las estructuras está compilada.

78 Ramungul N, Boontongkong Y, Pavares V (2023). Circular economy without chemical controls? Evidence of recirculated toxic plasticizers in flexible PVC products. J Environ Expo Assess; 2:2. DOI: 10.20517/jea.2022.081601.

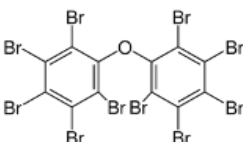
79 PNUMA (2021) Draft guidance on preparing inventories of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) listed under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Secretaría BRS. (disponible en inglés)

80 La Guardia MJ, Hale RC, Harvey E. (2006) Detailed Polybrominated Diphenyl Ether (PBDE) congener composition of the widely used Penta-, Octa- and Deca- PBDE technical flame retardant mixtures. Environmental Science and Technology, 40, 6247-6254.

81 PNUMA/POPS/POPRC.10/10/Add.2 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.10-10-Add.2.English.pdf>

82 PNUMA/POPS/POPRC.11/10/Add.1 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.11-10-Add.1.English.pdf>

Tabla 12 identificación química y estructuras de decaBDE^{81.82}

Nombre de sustancia química:	Éter de decabromodifenilo (mezcla comercial, c-DecaBDE)		
Sinónimos/abreviaturas:	éter de decabromodifenilo, óxido de decabromodifenilo, óxido de bis(pentabromofenilo), decabromobifenilóxido, decabromofenoxibenceno, benceno 1,1' oxibis-, derivado decabromado, decaBDE, DBDPE2, DBBE, DBBO, DBDPO		
Número de Registro CAS:	1163-19-5		
Nombre comercial:	DE-83R, DE-83, Bromkal 82-ODE, Bromkal 70-5, Saytex 102 E, FR1210, Flamecut 110R		
Estructura:		Peso molecular:	959,17 g/mol
		Fórmula molecular:	C ₁₂ Br ₁₀ O

En mayo de 2017, la Conferencia de las Partes enmendó el Anexo A mediante su decisión SC-8/10⁸³ para incluir el éter de decabromodifenilo (decaBDE; BDE-209) presente en el éter de decabromodifenilo comercial (c-DecaBDE), con exenciones específicas para su producción y uso (véanse las Tablas 13 y 14). Debido a la gran variedad de solicitudes, se han aprobado muchas exenciones para inclusión de DecaBDE, entre ellas, las cáscaras para aparatos eléctricos, el aislamiento PUR, textiles, las piezas para automóviles y aviones (Tabla 13 y Tabla 14).⁸³ Las exenciones para textiles y espumas aislantes vencieron en diciembre del 2023.⁶⁹

Aunque los PBDE incluidos en 2009 concedieron una exención para reciclaje, no hay una exención para el reciclaje de productos que contienen decaBDE. Es posible que existan exenciones específicas para la producción y el uso de c-DecaBDE en piezas destinadas a vehículos (tabla 14). Varios países se han registrado para obtener exenciones relativas su producción y uso.⁸⁴

Tabla 13 Exenciones específicas para éter de decabromodifenilo⁸³

Sustancia química	Actividad	Exención específica
	Producción	Como se permite para las Partes enumeradas en el Registro.

83 Decisión SC-8/10. Listing of decabromodiphenyl ether. <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.8-SC-8-10.English.pdf>

84 <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/SpecificExemptions/DecabromodiphenyletherRoSE/tabid/7593/Default.aspx>

DecaBDE (BDE-209) presente en el éter de decabromodifenilo comercial (Número de CAS: 1163-19-5)	Uso	Conforme con Parte IX de Anexo A: - Piezas para uso en vehículos especificados en el párrafo 2 de Parte IX del Anexo A. - Aeronaves cuya homologación se haya solicitado antes de diciembre de 2018 y se haya recibido antes de diciembre de 2022 y piezas de repuesto para dichas aeronaves* - Aditivos en carcasas de plástico y piezas utilizadas para calentar electrodomésticos, planchas, ventiladores, calentadores de inmersión que contengan o estén en contacto directo con piezas eléctricas o deban cumplir normas de ignifugación, en concentraciones <10% en peso de la pieza. Exenciones expiradas 12/2023: - Productos textiles que requieren características anti inflamables, excluidas las prendas de vestir y los juguetes - Espuma de poliuretano para aislamiento de edificios
---	-----	---

**Las exenciones específicas para piezas de repuesto de aeronaves cuya homologación se haya solicitado antes del 12/2018 y se haya recibido antes del 12/2022 caducarán al final de la vida útil de dichas aeronaves.*

Tabla 14 Exenciones específicas para decaBDE en piezas para uso en vehículos⁸¹

Exención Específica	Aplicación (Parte IX de Anexo A)	Fecha de vencimiento
(a) Piezas para su uso en vehículos heredados, definidos como vehículos que han dejado de fabricarse en serie y cuyas piezas entran en una o varias de las siguientes categorías:	(i) Aplicaciones del sistema de propulsión y bajo el capó, como cables de masa de la batería, cables de interconexión de la batería, tubos de aire acondicionado móviles, sistemas de propulsión, casquillos del colector de escape, aislamiento bajo el capó, cableado y mazos de cables bajo el capó (por ejemplo, cableado del motor), sensores de velocidad, mangueras, módulos del ventilador y sensores de detonación; (ii) Aplicaciones del sistema de combustible, como mangueras de combustible, depósitos de combustible y depósitos de combustible bajo la carrocería; (iii) Dispositivos pirotécnicos y aplicaciones afectadas por dispositivos pirotécnicos, como cables de encendido de airbags, fundas/tejidos de asientos (sólo si son relevantes para airbags) y airbags; (iv) Suspensión y aplicaciones interiores como componentes de tapicería, material acústico y cinturones de seguridad.	Al final de la vida útil de los vehículos o en el 2036, lo que ocurra antes.
(b) Piezas de los vehículos especificados en los párrafos (a) (i)-(iv) anteriores y las incluidas en una o más de las siguientes categorías:	(i) Plásticos reforzados (paneles de instrumentos y revestimientos interiores); (ii) Bajo el capó o el salpicadero (bloques de terminales/fusibles, cables de alto amperaje y revestimiento de cables (cables de bujías)); (iii) Equipos eléctricos y electrónicos (cajas y bandejas de baterías, conectores eléctricos de control del motor, componentes de discos de radio, sistemas de navegación por satélite, sistemas de posicionamiento global y sistemas informáticos); (iv) Tejidos como cubiertas traseras, tapicerías, revestimientos de techos, asientos de automóviles, reposacabezas, parasoles, paneles embellecedores, alfombras.	Al final de la vida útil de los vehículos o en el 2036, lo que ocurra antes.

6.2 Producción

Se produjeron 2 millones de toneladas de mezclas técnicas de PBDE en el pasado (Tabla 15). El c-DecaBDE se ha producido desde la década los 1970 y todavía se produce. Es, con diferencia la mezcla técnica más relevante, con una producción total histórica de 1.650.000 t por lo que representa más del 85% de todos los PBDE producidos. (Tabla 15)

Se cesó la producción de C-DecaBDE en la UE, Japón, los EEUU y recientemente en China. Actualmente, es posible que India sea el único productor de C-DecaBDE, pero no se ha confirmado la producción.

Tabla 15 Estimación de la producción total de mezclas comerciales de PBDE ^{5, 85}

Mezcla Comercial	Periodo de Producción	Toneladas
PentaBDE Comercial	Entre 1970 y 2004	175.000
OctaBDE Comercial	Entre 1970 y 2004	131.000
DecaBDE Comercial	Desde 1970 hasta el presente (en curso)	1 650.000

6.3 Comercio

Actualmente no existen datos sólidos sobre el comercio de los PBDE ya que el Código HS para su comercio, HS 290930 (éteres aromáticos, y sus derivados halogenados, sulfonados, nitrados o nitrosados) no es específico para los PBDE. Este código también abarca otras sustancias químicas, lo que dificulta el aislamiento de los datos específicos sobre los PBDE. Sin embargo, la evaluación de exportaciones bajo Código HS 290930 de Israel⁸⁶, donde uno de los (anteriores) productores principales de retardantes de llama bromados fabricaba PBDE, ofrece resultados razonables sobre la exportación de PBDE (Figura 3). La tendencia temporal de las exportaciones de sustancias químicas bajo este código refleja la tendencia mundial general de producción de los PBDE (Figura 1)⁵ e indica que las importaciones notificadas de Israel a otros países eran en gran medida exportaciones (legales) de PBDE con un descenso significativo después de 2010 (Figura 3).

En el caso de China, que produjo c-DecaBDE hasta el 2023, las exportaciones de sustancias químicas bajo Código HS 290930 ascendieron a aproximadamente 26000 toneladas tanto en el 2020 como en el 2021. Esta cifra es comparable con la última producción notificada de c-DecaBDE en China (21.000 t). No obstante, es probable que esta cifra sea superior, ya que otros éteres aromáticos, y sus derivados halogenados, sulfonados, nitrados y nitrosados se exportan desde China bajo este Código HS. Del mismo modo, las exportaciones de la India bajo el Código HS 290930 son significativas, con 43600 toneladas en 2022 y 9600 toneladas en 2023, lo que suma un total de 886.000 toneladas a lo largo de los últimos 20 años. Esto sugiere que, bajo este código, se exportan otros éteres aromáticos. India, junto con varios otros países,⁸⁷ no ha ratificado la inclusión de decaBDE, lo que resulta en una falta de información sobre la producción y el uso para estos países.

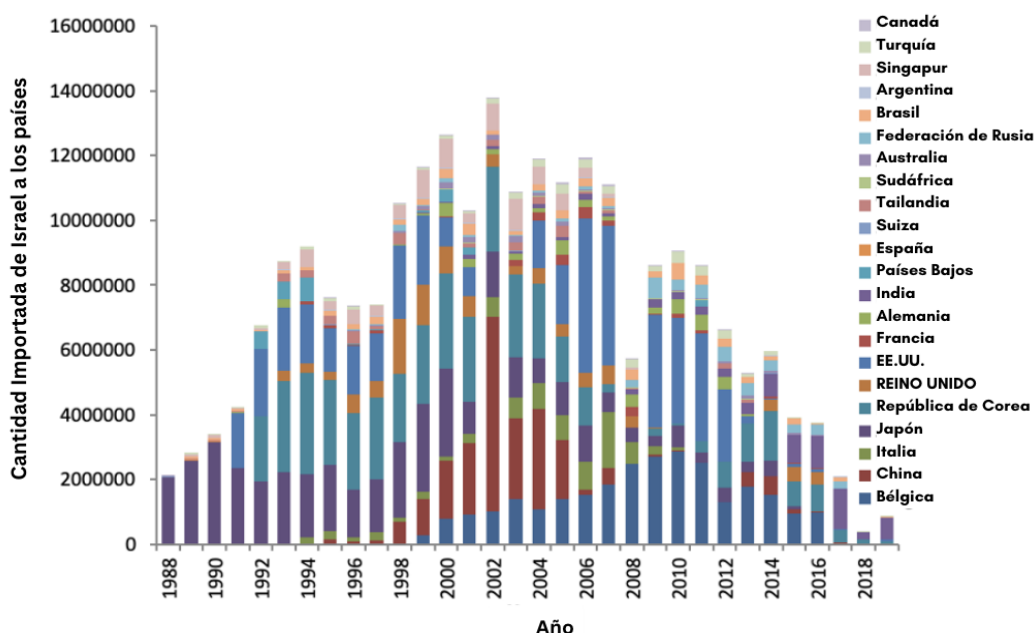
85 Abbasi G, Li L, Breivik K (2019). Global historical stocks and emissions of PBDEs. *Environ Sci & Technol*, 53, 6330-6340.

86 Los datos proceden de los países que importan productos químicos de Israel. PNUMA (2021) Orientación sobre el inventario de PBDE.79

87 Weber R (2021) Assessment of newly listed POPs for countries that need to ratify the amendments or to update NIPs. Secretariat of the Basel, Rotterdam and Stockholm Conventions, UNEP, Geneva.

Se recomienda que estos países evalúen las importaciones con el Código HS 290930, rastreen su uso, y que evalúen su Número de Registro de Servicios Abstractos de Químicos (Número CAS) como identificador único para aclarar si estas importaciones son decaBDE (PNUMA 2021)⁷⁹. No se etiqueta el DecaBDE utilizado en productos como AEE, o polímeros utilizados en construcción y los productos relacionados pueden entrar en los países por importaciones no abarcadas por el procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo del Convenio de Rotterdam. (véase la sección 18.4)

Figura 3 Tendencia temporal de exportaciones de sustancias químicas (kg) bajo Código HS 290930 (éteres aromáticos, y sus derivados halogenados, sulfonados, nitrados o nitrosados) desde Israel a otros países (1988-2019) (PNUMA 2021)⁸⁶



6.4 Aplicaciones

Las aplicaciones incluyen plásticos, polímeros, compuestos, textiles, adhesivos, sellantes, revestimientos y tintas. Los principales sectores de uso del C-DecabDE fueron los plásticos y otros polímeros en los AEE, el transporte, la construcción, y los textiles (véase Sección 6.5)

Hasta la fecha, se han registrado varias exenciones para su uso en la producción, entre ellas, para la producción de piezas de vehículos (UE, República de Corea, Suiza), piezas de aeronaves (UE, República de Corea, Suiza) y para la producción de carcasas de plástico y piezas de AEE (República de Corea, Reino Unido). Como se mencionó anteriormente, India - como el último productor y probablemente usuario principal de decaBDE en producción - todavía no se ha registrado para una exención de este tipo. Esto se debe a que la India aún no ha ratificado la prohibición del decaBDE;⁸⁷ de momento, varios países se han registrado para poder seguir utilizando productos. Para más detalles sobre las exenciones, consulte el registro en el sitio web de BRS⁸⁸.

88 <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/SpecificExemptions/DecabromodiphenyletherRoSE/tabid/7593/Default.aspx>

6.5 Principales Aplicaciones/reservas de PBDE en productos, residuos y reciclaje

6.5.1 Principales Aplicaciones/existencias de PBDE en productos y residuos

Los 1,65 millones de toneladas de decaBDE se han utilizado en aproximadamente 16 hasta 33 millones de toneladas de plásticos y otros polímeros, incluidos los textiles.⁸⁹ Los principales usos anteriores son para los electrónicos (30%), la espuma de los muebles y las alfombras (25%), los plásticos y polímeros en la construcción (20%), el transporte (15%) y los textiles (15%) (Tabla 16).⁸⁵

Mientras que una gran parte de los textiles y electrónicos tratados han llegado al final de su vida útil, y se han eliminado, la mayor parte del decaBDE utilizado en polímeros de construcción probablemente sigue utilizándose. Basándose en el porcentaje estimado de decaBDE utilizado en la construcción (Tabla 16), se instalaron entre 3 hasta 6 millones de toneladas de plásticos/polímeros que contienen 330.000 toneladas de decaBDE (ej espumas PUR, láminas y revestimientos de PE y PP) en edificios. Estos materiales tienen una vida útil larga, y probablemente son el uso más importante de plásticos que contienen decaBDE en la actualidad.

Se calcula que se han utilizado 250000 toneladas de decaBDE en el sector del transporte. El decaBDE fue el PBDE de mayor uso en vehículos, con uso importante desde 1970 hasta 2016. El decaBDE se sigue utilizando en los vehículos, en los revestimientos de los textiles de las partes traseras de los vehículos, y otras piezas, como se muestra en la lista de exenciones (Tabla 14). Actualmente, una gran parte de estos vehículos producidos en este periodo se encuentran en los países en desarrollo que reciben vehículos usados con una larga vida útil de aproximadamente 35 años (consulte estudio de caso sobre los COP en el sector de transporte en Nigeria en el documento de orientación sobre los inventarios sectoriales de COP de PNUMA (GGKP 2024⁹⁰))

Tabla 16 Porcentaje de los PBDE comerciales en los principales aplicaciones y vida útil promedio del tipo de producto⁸⁵

Area de Uso	c-PentaBDE	c-OctaBDE	c-DecaBDE	Vida útil*
Electrónicos	10%	40%	30%	7 – 20*
Espumas y Alfombras	50%	15%	25%	10
Construcción	20%	25%	20%	30 – 50
Transportación	15%	15%	15%	15 – 35*
Textiles	5%	5%	15%	10

**La vida útil más larga de los vehículos o los aparatos electrónicos es prevalente en los países de renta baja y media.*

6.5.2 Los PBDE en los residuos y el reúso y reciclaje

Desde la década de los 1980, los plásticos procedentes de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) contienen PBDE y algunas fracciones de plásticos de los RAEE superan el bajo contenido provisional de COP de 1000 mg/kg de PBDE, mientras que casi todas las fracciones de RAEE superan el bajo contenido provisional de COP de 50 mg/kg, con una contribución importante del decaBDE (Tabla 17). Se espera que estas concentraciones

89 Teniendo en cuenta un uso medio de entre el 5% y el 10% (para conocer la cantidad de decaBDE en los productos, consulte a la guía del inventario de PBDE **Error! Bookmark not defined.**)

90 Orientación sectorial para los inventarios de COP y otras sustancias químicas preocupantes en edificios/construcción, equipos eléctricos y electrónicos y vehículos

disminuyan con el tiempo, a medida que más de los AEE producidos en los últimos 10 años que contienen poco o ningún decaBDE, se conviertan en residuos. Sin embargo, en los países de renta baja y media, los AEE más antiguos siguen utilizándose y generan residuos con niveles más elevados de PBDE.⁹¹ El reciclaje de una parte de plástico que contiene decaBDE ha afectado una multitud de productos de plásticos y de polímeros, incluidos los juguetes,⁹² los materiales en contacto con alimentos⁹³ y una amplia gama de otros productos.⁹⁴ Dichos plásticos contienen dioxinas bromadas a niveles preocupantes.

Tabla 17 Contenido listado de PBDE (hexa/heptaBDE y decaBDE) en fracciones poliméricas totales (mezcladas) de diferentes RAEE en Europa (PNUMA 2021⁷⁹)

Categoría/artículo		Σhexa/heptaBDE en fracciones plásticas [kg/tonelada]* (C _{hexa/heptaBDE;Polymer})			decaBDE en fracciones plásticas [kg/ tonelada] (C _{decaBDE;Polymer})		
		Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo	Media
1	Aparatos de refrigeración/congelación; lavadoras	-	-	<0.05	-	-	<0.05
1	Aparatos de calefacción	-	-	<0.05	-	-	0.8
2	Electrodomésticos pequeños	-	-	-	<0.1	0.5	0.17
3	Equipos TIC sin monitores	0.027	0.22	0.12	0.5	1.4	0.8
3	Carcasas de monitores CRT	0.08	5.7	1.37	0.5	7.8	3.2
4	Equipos de consumo sin monitores (muestra compuesta)	-	-	0.08	0.7	0.9	0.8
4	Carcasas de monitores CRT	0.03	1.9	0.47	0.8	7.8	4.4
4	Televisores de pantalla plana (LCD)	0.008	0.010	0.009	1.2	4.3	2.75

**El límite RoHS para los PBDE es de 1000 mg/kg o 1 kg/t. El límite provisional de Basilea para PBDE es actualmente de 1000 mg/kg (1kg/t) o 500 mg/kg (500 g/t) o 50 mg/kg (50 g/t).*

Los coches clásicos de los países de renta alta, así como los vehículos de los países de renta baja, tienen una larga vida útil. Además, los plásticos y los polímeros de los vehículos al final de su vida útil se reutilizan para reparar otros vehículos, lo que está exento por el Convenio (Tabla 14).

91 Sindiku O, Babayemi J, Osibanjo O, Schlummer M, Schluep M, Watson A, Weber R (2015) Polybrominated diphenyl ethers listed as Stockholm Convention POPs, other brominated flame retardants and heavy metals in E-waste polymers in Nigeria. Environ Sci Pollut Res Int. 22, 14489-14501.

92 Chen S-J, Ma Y-J, et al. (2009) Brominated Flame Retardants in Children's Toys: Concentration, Composition, and Children's Exposure & Risk Assessment. Environ SciTechnol 43, 4200- 4206.

93 Kuang J, Abdallah MA-E, Harrad S (2018) Brominated flame retardants in black plastic kitchen utensils: Concentrations and human exposure implications. Science of The Total Environment 610–611, 1138-1146.

94 Gallen C, Banks A, Brandsma S, et al. (2014) Towards development of a rapid and effective non-destructive testing strategy to identify brominated flame retardants in the plastics of consumer products. Sci Total Environ. 491-492:255-265.

Cuando se derriban edificios construidos a partir de los años 70, el plástico y otros polímeros que contienen PBDE acaban en los residuos de construcción y demolición. Se han puesto en marcha proyectos iniciales para evaluar el reciclaje del plástico de los edificios,⁹⁵ que deben tener en cuenta la contaminación por COP y establecer la separación de los PBDE y otros plásticos que contengan COP.

7 Éteres bifenílicos polibromados (PBDE) incluidos en 2009

7.1 Identidad química, propiedades COP e inclusión en el Convenio

En 2009, el tetraBDE y el pentaBDE (en el pentaBDE comercial), juntos con el hexaBDE y el heptaBDE (presente en el c-octaBDE) se incluyeron en el Anexo A del Convenio con exenciones específicas para el uso continuo de artículos y reciclaje, pero sin exenciones para la producción.⁹⁶ Los PBDE incluidos son altamente persistentes en el medio ambiente, son bioacumuladores y con potencial de transporte a larga distancia. Se han detectado presencia estas sustancias químicas en los seres humanos de todas las regiones, siendo los congéneres del c-PentaBDE los principales contaminantes. Es probable que estos PBDE, como resultado de su transporte a larga distancia en el medio ambiente, produzcan efectos adversos significativos en la salud humana y/o la salud ambiental. En el perfil de riesgos⁹⁷ y en la evaluación de la gestión de riesgos⁹⁸ se ha recopilado información detallada para su inclusión en la lista. La información sobre la identidad química se recoge en la Tabla 18.

Tabla 18 Identificación química y estructura de los PBDE

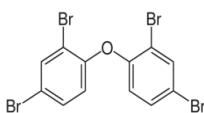
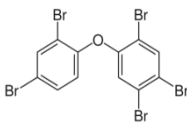
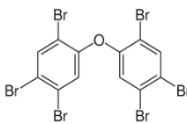
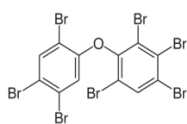
Nombre de la sustancia química:	Éter tetrabromodifenílico y éter pentabromodifenílico	Éter hexabromodifenílico y éter heptabromodifenílico
Sinónimos/abreviaturas:	Éter pentabromodifenílico comercial; c-PentaBDE	Éter de octabromodifenilo comercial; c-OctaBDE
Número de registro CAS	5436-43-1; 60348-60-9	68631-49-2; 207122-15-4 446255-22-7; 207122-16-5
Nombre comercial	DE-71 Bromkal 70DE;	DE-79; Bromkal 79-8DE

95 German Environment Agency (2021) Promoting the high-quality recycling of plastics from demolition waste and enhancing the use of recycled materials in construction products in accordance with the European Plastics Strategy. Texte 152/2021.

96 Decisión SC-4/14. <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.4-SC-4-14.English.pdf> and Decisión SC-4/18. <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.4-SC-4-18.English.pdf>.

97 Perfil de riesgos del éter de pentabromodifenilo. Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes 2006; PNUMA/POPS/POPRC.2/17/Add.1 y Perfil de riesgos del éter de octabromodifenilo (disponible en inglés). Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes 2007; PNUMA/POPS/POPRC.3/20/Add.6.

98 Evaluación de la gestión de riesgos del éter de pentabromodifenilo comercial.. Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes 2007; PNUMA/POPS/POPRC.3/20/Add. y Perfil de riesgos del éter de octabromodifenilo (disponible en inglés). Comité de Examen de los Contaminantes Orgánicos Persistentes PNUMA/POPS/POPRC.4/15/Add.1.

Estructura (ejemplo):	tetraBDE  pentaBDE 	hexaBDE  heptaBDE 		
Peso molecular:	485.7 g/mol564.7 g/mol	643.5 g/mol	722.5 g/mol	
Fórmula molecular:	C12H6Br4O	C12H5Br5O	C12H4Br6O	C12H3Br7O

7.2 Producción

Se calcula que se han producido 175.000 t de c-PentaBDE (tetraBDE/pentaBDE incluido en la lista) desde la década 1970 con un cese de la producción en 2004; se han producido 131000 toneladas de c-OctaBDE (que contienen hexaBDE/heptaBDE) desde 1970 con un cese de la producción en 2004.

7.3 Aplicaciones

El C-PentaBDE (tetraBDE/pentaBDE incluido en la lista) se utilizaba principalmente (90%) en espumas rígidas y flexibles de poliuretano (PUR) y elastómeros de PUR. Los principales sectores de uso fueron la espuma en muebles tapizados/alfombras (50%), los plásticos/polímeros en la construcción (20%), el transporte (15%), la electrónica (10%) y los textiles (5%), con más del 90% de uso en EE.UU. (Tabla 16).⁸⁵

El C-OctaBDE (que contiene hexaBDE/heptaBDE) se utilizaba principalmente en copolímeros de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), con un uso menor en poliestireno de alto impacto (HIPS) y tereftalato de polibutileno (PBT). Los principales sectores de uso fueron los plásticos en la electrónica, especialmente en la fabricación de carcasas de ordenadores y televisores (40%) y los plásticos, adhesivos y revestimientos en la construcción (25%). Los sectores de menor uso fueron los plástico y los polímeros en el transporte (15%), los muebles y las alfombras (15%) y textiles (5%) (Tabla 16).

En la actualidad, hay algunas Partes registradas para el uso continuo de productos para tetraBDE/pentaBDE⁹⁹ y otras partes con diferentes aplicaciones para hexaBDE/heptaBDE¹⁰⁰ sin datos sobre la cantidad utilizada.

7.4 Comercio

Desde que se cesó la producción de c-PentaBDE (tetraBDE y pentaBDE) y c-OctaBDE (hexaBDE y heptaBDE) en el 2004, no se ha comercializado nuevas sustancias químicas ni se han encontrado nuevos usos para estos PBDE. Sin embargo, productos como los carros fabricados antes de 2005 podrían exportarse y comercializarse. También podrían exportarse los productos y residuos electrónicos que contengan PBDE.

99 <http://www.pops.int/Implementation/Exemptions/SpecificExemptions/TetraBDEandPentaBDERoSE/tabid/5039/Default.aspx>

100 <http://www.pops.int/Implementation/Exemptions/SpecificExemptions/HexaBDEHeptaBDERoSE/tabid/5035/Default.aspx>

7.5 PBDE incluidos en 2009 en los productos, los residuos y el reciclaje

Los niveles de PBDE incluidos en 2009 en residuos y en el reciclaje son significativamente inferiores en comparación con los de decaBDE (Tabla 17). La razón es su producción y uso totales, que son considerablemente más bajos (Tabla 15) y que su uso principal se produjo en las décadas de 1980 y de 1990 y por lo que, la mayoría de los AEE que contienen los PBDE incluidos en 2009 ya se han eliminado.

Los coches clásicos de los países de renta alta, así como los vehículos de los países de renta baja, tienen una larga vida útil. Además, los plásticos y los polímeros de los vehículos al final de su vida útil se reutilizan para reparar otros vehículos, lo que está exento por el Convenio (Tabla 14).

Los materiales de construcción tienen una larga vida útiles en los edificios (de 30 a más de 50 años). Los plásticos y otros polímeros que contienen PBDE se encuentran en los residuos de construcción y demolición resultantes de la demolición de edificios construidos a partir de la década de los 70. Se han iniciado proyectos piloto para evaluar el reciclaje de plásticos en los edificios⁹⁵ y deberían tener en cuenta la contaminación por los COP y establecer una separación de PBDE y otros plásticos que contengan los COP.

8 Hexabromociclododecano (HBCD)

8.1 Identidad química, propiedades COP e inclusión en el Convenio

El Hexabromociclododecano (HBCD o HBCDD¹⁰¹) es un aditivo ignífugo bromado que se utiliza desde los años 60. Se puede encontrar información sobre su identidad química y estructura en la Tabla 19.

El HBCD tiene el potencial de bioacumularse y biomagnificarse. Es persistente en el medio ambiente y los datos de seguimiento muestran que puede transportarse a larga distancia en el medio ambiente. Es muy tóxico para los organismos acuáticos. Aunque se carece en gran medida de información sobre la toxicidad del HBCD para los seres humanos, los grupos vulnerables podrían estar en riesgo, especialmente debido a la toxicidad neuroendocrina y para el desarrollo observada en el HBCD.¹⁰²

En el perfil de riesgo¹⁰³ y la evaluación de la gestión del riesgo se ofrece información detallada¹⁰⁴.

El HBCD se incluyó en el Anexo A en 2013 con exenciones específicas para la producción y el uso en el aislamiento de edificios con poliestireno expandido (EPS) y poliestireno extruido (XPS). Esta decisión de exención sobre el HBCD permitía una exención limitada en el tiempo, pero ha dejado de aplicarse a todos los países en 2021¹⁰⁵ y todas las exenciones registradas se han retirado o han caducado.¹⁰⁶ Los nuevos usos del HBCD ya no están exentos ni permitidos. Sin embargo, los materiales aislantes de edificios que contienen HBCD pueden seguir utilizándose. Debido a la larga

101 La abreviatura en el Convenio es HBCD mientras que en la mayoría de la literatura científica se utiliza HBCDD como abreviatura
102 Factsheet Hexabromocyclododecane. <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-NewPOPs-Factsheet-08-20200226.English.pdf> (disponible en inglés)

103 PNUMA/POPS/POPRC.6/13/Add.2 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.6-13-Add.2.English.pdf>

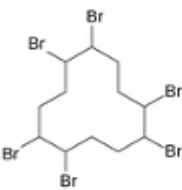
104 PNUMA/POPS/POPS/POPRC.7/19/Add.1 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.7-19-Add.1.English.pdf> and Addendum; UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.3 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.8-16-Add.3.English.pdf>

105 Decisión SC-6/13. <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.6-SC-6-13.English.pdf>

106 <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/SpecificExemptions/HexabromocyclododecaneRoSE/tabid/5034/Default.aspx>

vida útil del aislamiento de edificios, los residuos de EPS/XPS que contienen HBCD se utilizarán durante décadas y hasta un siglo.¹⁰⁷

Tabla 19 Identidad química y propiedades de HBCD^{103,104}

Nombre de sustancia química:	Hexabromociclododecano		
Sinónimos/abreviaturas:	HBCD, HBCDD Varios		
Número del Registro CAS:	25637-99-4; 3194-55-6		
Nombres comerciales	Cyclododecano, hexabromo; HBCD; Bromkal 73-6CD; Nikkafainon CG 1; Pyroguard F 800; Pyroguard SR 103; Pyroguard SR 103A; Pyrovatex 3887; Great Lakes CD-75P™, CD-75, CD75XF y CD75PC (compactado); Dead Sea Bromine Group Ground FR 1206 I-LM, Standard FR 1206 I-LM and Compacted FR 1206 I-CM		
Estructura:		Peso molecular:	641,73 g/mol
		Fórmula molecular:	C ₁₂ H ₁₈ Br ₆

8.2 Producción

La última producción de HBCD se cesó en noviembre de 2021 en China dentro de un proyecto de eliminación gradual del HBCD del FMAM y el fin de la exención.¹⁰⁸ Se destruirán las existencias restantes en China dentro del marco de este proyecto del FMAM.

El HBCD se ha producido y comercializado desde los finales de la década de 1960; en total, se ha producido unas 703.000 toneladas⁵ en más de 50 años (Figura 1). El HBCD es el COP industrial con la cuarta mayor producción de la historia (después de las PCCC, decaBDE y PCB) (véase la sección 1.3)

8.3 Comercio

Desde que se detuvo la producción de HBCD en el 2021, incluido el freno gradual de su uso en China,¹⁰⁸ no se prevé el comercio de HBCD como producto químico o mezcla ni el comercio de nuevos productos que lo contengan. En las próximas décadas se generarán residuos de EPS/XPS procedentes de la rehabilitación y demolición de edificios, que en parte podrían exportarse y comercializarse para su eliminación ambientalmente racional o de forma ilegal.

8.4 Aplicaciones y reservas

La aplicación principal del HBCD (alrededor del 90%, es decir 633 kt) fue en el aislamiento de EPS y XPS en edificios y obras de construcción. El HBCD se utilizó como retardante de llama en el EPS

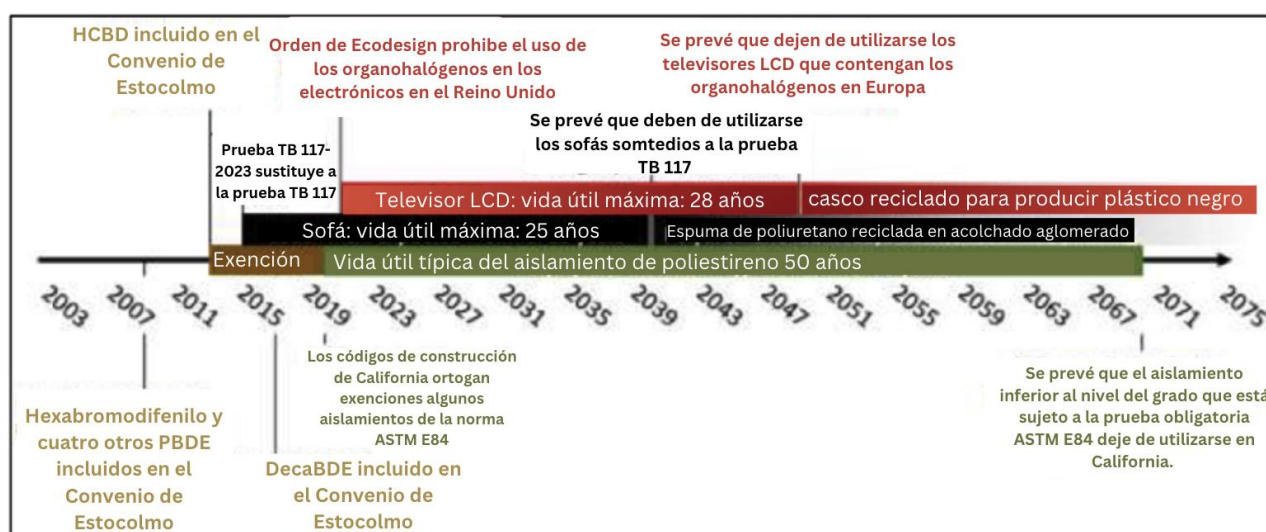
¹⁰⁷ Li L, Weber R, Liu J, Hu J (2016) Long-term emissions of hexabromocyclododecane as a chemical of concern in products in China. *Environ Int.* 91, 291-300.

¹⁰⁸ ONUDI (2022) <https://www.unido.org/stories/unidos-help-china-stops-production-hazardous-chemical>

en un 0,5-1,0% en peso y en el XPS en un 0,8-2,5% en peso. Si se considera un contenido promedio de HBCD del 1%, se ha producido un total de 63.300 kt de EPS/XPS contaminado. Los materiales aislantes que contienen HBCD ya instalados en edificios pueden seguir utilizándose. Debido a la larga vida útil del aislamiento de los edificios, de 25 a 100 años¹⁰⁹, con una vida útil media de 50 años¹¹⁰, (Figura 4) casi todo este EPS/XPS seguirá en uso y el EPS/XPS que contiene HBCD seguirá utilizándose durante las próximas décadas y hasta un siglo¹⁰⁷ y después se convertirá en residuo cuando se reformen o derriben los edificios.

En el pasado (antes de 2013), el HBCD también se utilizaba como retardante de llama en HIPS en los AEE y en dispersiones de polímeros para textiles y tejidos sintéticos a menudo en espacios públicos, como para cortinas, muebles, colchones y textiles para el hogar. Alrededor del 2% de la cantidad total de HBCD podría haberse utilizado en HIPS (aproximadamente 14 kt) y menos del 10% en textiles (menos de 70 kt).

Figura 4 El efecto de la aplicación de restricciones a los retardantes de llama por parte del Convenio de Estocolmo, y de reformas de normas seleccionadas en los productos afectados (Charbonnet et al. 2020)¹¹⁰



9 Hexabromobifenilo (HBB)

9.1 Identidad química, propiedades COP e inclusión en el Convenio

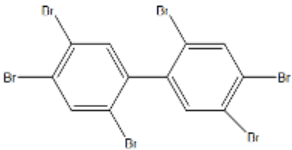
El hexabromobifenilo (HBB) pertenece a un grupo más amplio de bifenilos polibromados (PBB). Los congéneres principales del HBB comercial (nombres comerciales: FireMaster(R) BP-6; FireMaster(R) FF-1) contenían en su mayoría 2,2',4,4',5,5'-hexabromobifenilo (PBB 153), con un 50-60% de la masa total, seguido de 2,2',3,4,4',5,5'-heptabromobifenilo (PBB 180; 10-15%), y

109 PNUMA (2021) Guidance on preparing inventories of hexabromocyclododecane (HBCD) (disponible en inglés)

110 Charbonnet J, Weber R, Blum A (2020) Flammability standards for furniture, building insulation and electronics: Benefit and risk. Emerg. Contam 6, 432-441, <https://doi.org/10.1016/j.emcon.2020.05.002>.

2,2',3,4,4',5'-HBB (PBB 138; 5-10%).^{111,112} El compuesto es altamente persistente en el medio ambiente, altamente bioacumulador y tiene el potencial de transporte ambiental a larga distancia.¹¹¹ El HBB se clasifica como carcinógeno humano y tiene efectos tóxicos crónicos.¹¹¹ Se encuentra información detallada en el perfil de riesgo¹¹¹ y en la evaluación de la gestión del riesgo (RME)¹¹³. En la Tabla 20, se muestra información sobre la identidad química. Desde 2009, el HBB ha estado incluido en el Anexo A del Convenio de Estocolmo sin exenciones (SC-4/13).¹¹⁴

Tabla 20 Identificación química y estructura de HBB ^{111,113}

Nombre de la sustancia química:	Hexabromo-1,1'-biphenyl;		
Sinónimos/abreviaturas:	Hexabromobiphenyl (HBB), biphenyl, hexabromo; 1,1'-biphenyl, hexabromo		
Nombres comerciales	FireMaster BP-6 y FireMaster FF-1		
Número del Registro CAS:	36355-01-8; 59536-65-1; 67774-32-7		
Estructura:		Peso molecular:	627.58
		Fórmula molecular:	C ₁₂ H ₄ Br ₆

9.2 Producción

El HBB es una sustancia química industrial que se produjo en los Estados Unidos entre 1970 y 1976 con una cantidad de producción total de 5400 toneladas;¹¹¹ ningún otro país registró la producción del HBB. En Estados Unidos y Canadá, el producto de PBB más importante fue el hexabromobifenilo (Firemaster(R)), de uso principalmente bajo los nombres comerciales Firemaster BP-6 y Firemaster FF-1.¹¹¹

9.3 Aplicaciones

Se ha utilizado el HBB como aditivo ignífugo desde la década de los 70 con tres usos comerciales principales:¹¹¹

- Termoplásticos ABS (plásticos para la construcción de carcasas de máquinas empresariales y en los sectores industriales, por ejemplo en viviendas motorizadas y los productos eléctricos, por ejemplo radios y piezas de televisores)
- Espuma PUR para el tapizado de los automóviles
- Revestimientos y lacas

Debido a la baja producción y el cese de producción en 1976, se eliminaron la mayoría de los AEE/RAEE o los vehículos que contienen HBB hace décadas. Como resultado, actualmente no hay productos que contengan HBB en uso o son muy pocos.

111 PNUMA/POPS/POPRC.2/17/Add.3 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.2-17-Add.3.English.pdf>

112 Pijnenburg AMCM, Everts JW, de Boer J, Boon JP. (1995) Polybrominated biphenyl and diphenylether flame retardants: analysis, toxicity and environmental occurrence. Rev Environ Contam Toxicol 141, 1-26.

113 PNUMA/POPS/POPRC.3/20/Add.3 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.3-20-Add.3.English.pdf>

114 Decisión SC-4/13: Listing of HBB: <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.4-SC-4-13.English.pdf> (disponible en inglés)

9.4 Comercio

Desde que se cesó la producción en 1976, hace más de 40 años, el comercio se ha detenido.¹¹¹ Algunos coches clásicos fabricados entre 1970 y 1976 podrán contener HBB como agente ignífugo y aún podrán comercializarse.

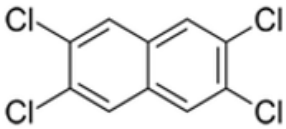
10 Naftalenos Policlorados (PCN)

10.1 Identidad química, propiedades COP e inclusión en el Convenio

Los naftalenos policlorados (PCN) son un grupo de compuestos de naftalenos en los que uno o más átomos de hidrógeno han sido reemplazados por cloro. Hay 75 congéneres de los PCN, que se dividen en 8 grupos homólogos según la cantidad de átomos de cloro presentes en la molécula. Todos los PCN, salvo los naftalenos monoclorados, están incluidos en los Anexos A y C del Convenio (Tabla 22).

Los PCN son persistentes en el medio ambiente y pueden transportarse a larga distancia. La exposición aguda provoca cloracné y los PCN son más tóxicos y provocan una mayor mortalidad que los PCB. La exposición crónica resultó en enfermedades del hígado, incluido el cáncer.^{115 116} El perfil de riesgo¹¹¹ y la evaluación de gestión de riesgos¹¹⁷ contienen información detallada. En la Tabla 21 se recopila información sobre la identidad química y las estructuras.

Tabla 21 Identidad química y estructura de los PCN incluidos en el Convenio^{116,117}

Nombre de sustancia química:	Naftalenos policlorados		
Sinónimos/abreviaturas:	PCNs; CNs; cloro-derivado del naftaleno		
Nombres comerciales:	Varios, pero se cesó el comercio hace más de 20 años.		
Número del Registro CAS:	70776-03-3 y otros		
Estructura:		Peso molecular:	197 - 335 ¹¹⁸ g/mol
		Fórmula molecular:	C ₁₀ H _{8-n} Cl _n (n=2 hasta 8)

Los PCN están incluidos en el Anexo A con una exención específica para su uso como intermediario en la producción de naftalenos policlorados (PFN), incluido el octafluoronaftaleno (OFN), y el uso de estos químicos para la producción de PFN, incluido el OFN¹¹⁹ (Tabla 22)¹²⁰

115 Hoja de datos PCNs. <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-NewPOPs-Factsheet-15-20200226.English.pdf> (Disponible en inglés)

116 PNUMA/POPS/POPRC.8/16/Add.1 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.8-16-Add.1.English.pdf>

117 PNUMA/POPS/POPRC.9/13/Add.1 file:///C:/Users/roland/Downloads/UNEP-POPS-POPRC.9-13-Add.1.English.pdf

118 La banda se refiere al diferente grado de cloración de los congéneres del PCN.

119 <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/SpecificExemptions/PolychlorinatednaphthalenesRoSE/tabid/5483/Default.aspx>

120 Decisión SC-7/14. <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.7-SC-7-14.English.pdf>

Tabla 22 Lista de exenciones específicas para los PCN (Decisión SC-7/14)¹²⁰

Sustancia Química	Actividad	Exenciones específicas
Naftalenos policlorados, incluidos los <i>Naftalenos biclorados, naftalenos triclorados, naftalenos pentaclorados, naftalenos hexaclorados, naftalenos heptaclorados, naftalenos octaclorados</i>	Producción	Intermediarios en la producción de naftalenos polifluorados (PFN), incluido el octafluoronaftaleno (OFN)
	Uso	Producción de naftalenos polifluorados, incluido el octafluoronaftaleno

10.2 Producción

Se cesó la producción de los PCN alrededor del año 2000. Se produjeron 150.000 entre 1920 y 2000. La mayor parte de los PCN producidos industrialmente fueron mezclas de varios congéneres que se comercializaron con nombres como Halowax, Nibren, y otros nombres comerciales. En la mayoría de los países, la producción de PCN se frenó hace más de 20 años y el volumen de producción ya se había disminuido en los años 70. En la actualidad, Rusia ha solicitado una exención para la producción de 500 toneladas de PCN por año.¹²¹

10.3 Aplicaciones

En el pasado se han utilizado los PCN en varias aplicaciones, como la instalación de cables eléctricos, como un aditivo para pinturas metálicas impermeables (por ejemplo en la industria marina) y en caucho, como conservante de madera, como dieléctrico para condensadores, como munición de niebla y lastre de munición, como aditivo en aceites de máquinas y como lubricante en esmerilado o corte.^{116, 122}

Debido a que la vida útil de productos como cables, lubricantes, municiones o productos de caucho es limitada, se puede presumir que la mayor parte de los productos que contengan PCN ya se han eliminado.¹²² Algunos de los productos utilizados en construcción como la madera tratada o los sellantes tienen una vida útil larga, y por lo que es posible que algunos PCN estén presentes en estas aplicaciones.¹²²

Actualmente, los PCN se utilizan como intermediarios para producir los PFN, incluido el OFN (Tabla 22).

10.4 Comercio

Dado que la producción de 500 toneladas de los PCN está exenta solo para uso como intermediario en la producción de los PFN, incluido el OFN en Rusia,¹²¹ no se prevé el comercio de los PCN.

¹²¹ <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/SpecificExemptions/PolychlorinatednaphthalenesRoSE/tabid/5483/Default.aspx>

¹²² PNUMA (2017) Proyecto de orientaciones para la preparación de inventarios de naftalenos policlorados (PCN). PNUMA/POPS/COP.8/INF/19.

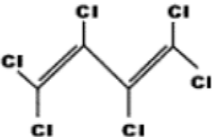
11 Hexaclorobutadieno

11.1 Identidad química, propiedades COP e inclusión en el Convenio

El hexaclorobutadieno (HCBd) es un compuesto orgánico clorado que pertenece al grupo de alquenos alifáticos insaturados perclorados (Tabla 23). El HCBd puede transportarse a larga distancia, es persistente y altamente tóxico para los organismos acuáticos y las aves. Puede impactar las cadenas tróficas debido a su persistencia y potencial de bioacumulación. Se ha observado que el HCBd causa irritación, depresión del sistema nervioso y daño renal cuando se inhala a niveles altos. Es genotóxico y podría tener efectos adversos en la degeneración de tejidos grasos también. El HCBd es relativamente volátil y puede absorberse por vía oral, por inhalación y a través de la piel. Se clasifica el HCBd como posible carcinógeno y es genotóxico para los seres humanos¹²³. El perfil de riesgo¹²⁴ y la evaluación de gestión de riesgos¹²⁵ cuentan con información detallada. La Tabla 23 recopila información sobre la identidad química y la estructura.

En 2015 el HCBd se incluyó en el Anexo A del Convenio, sin exenciones específicas¹²⁶. En el 2017 se incluyó adicionalmente en el Anexo C¹²⁷. Las Partes deben adoptar medidas para eliminar la producción y el uso de HCBd y así como para minimizar las emisiones no intencionales de HCBd.

Tabla 23 Identidad química y estructura de hexaclorobutadieno^{124,125}

Nombre de sustancia química	Hexachlorobutadieno		
Sinónimos/abreviaturas	HCBd; perchloro-1, 3-butadiene; perchlorobutadiene; 1,3-hexachlorobutadiene; 1,3-butadiene, 1,1,2,3,4,4-hexachloro-; 1,3-butadiene, hexachloro-; hexachlorobuta-1,3-diene		
Nombres comerciales	Dolen-pur, C-46, UN2279, GP-40-66:120 ¹²⁸		
Número de Registro CAS	87-68-3		
Estructura		Peso molecular:	260.76 g/mol
		Fórmula molecular:	C ₄ Cl ₆ , Cl ₂ C=CClClC=CCl ₂

11.2 Producción

El HCBd es principalmente un derivado del proceso de clorosis en la producción de tetracloruro de carbono, tetracloroetano y cloroformo.¹²⁹ Estos solventes clorados se producen en muchos países en gran escala, y se forma tanto HCBd que podría separarse como producto comercial de HCBd.

123 Brüscheiler BJ, Märki W, Wülser R (2010) In vitro genotoxicity of polychlorinated butadienes (Cl₄-Cl₆). Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis 699, 47-54.

124 PNUMA/POPS/POPRC.8/16/Add.2 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.8-16-Add.2.English.pdf>

125 PNUMA/POPS/POPRC.9/13/Add.2 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.9-13-Add.2.English.pdf>

126 Decisión SC-7/12: Listing of HCBd in Annex A: <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.7-SC-7-12.English.pdf>

127 Decisión SC-8/12: Listing of HCBd in Annex C: <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.8-SC-8-12.English.pdf>

128 van der Honing M. (2007) Exploración de opciones de gestión para Hexaclorobutadieno (HCBd), Artículo para la 6 reunión del Grupo de Trabajo de UNECE CLRTAP sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes, Vienna, 4-6 de junio de 2007.

129 PNUMA (2017) Proyecto de orientaciones para la preparación de inventarios de hexaclorobutadieno (HCBd).

UNEP/POPS/COP.8/INF/18

Involuntariamente, también se produjo HCB dentro del mismo proceso, y los residuos resultantes de esta producción que contienen principalmente HCBD y HCB se denominan «residuos HCB». Sin embargo, estos residuos de producción también contienen altos niveles de PCB, PCN, PeCB y una cantidad menor de PCDD/PCDF.^{130,131,132} Nunca se ha producido el HCBD de forma intencionada.¹²⁹

En cuanto a la cantidad, la producción o la fabricación involuntaria de HCBD como derivado de los procesos industriales fue 100.000 toneladas por año en 1982¹³³. Los residuos HCB/HCBD no intencionales generados por los grandes productores individuales de solventes han generado depósitos de residuos a una escala de 10.000 t de «residuos HCB» en los respectivos lugares asociados con la contaminación.^{129,131,132} No se consideran relevantes como fuentes de HCBD los demás procesos térmicos como la incineración de los residuos.

Aún se produce involuntariamente el HCBD en ciertos procesos de producción de la industria organoclorada, particularmente en la producción de solventes clorados. En los países industrializados, el reciclaje de estos HCBD ha cesado. Hay poca información específica sobre la producción actual en países emergentes como China e India, que tienen una alta producción de solventes clorados, y podrían separar el HCBD^{129*} como se indica en las plataformas de ventas.¹³⁴ Se realizó y publicó un análisis detallado de los residuos involuntarios de COP para una sola producción de clorometanos.¹³⁰

11.3 Aplicaciones

HCBD se utilizaba en varias aplicaciones técnicas y agrícolas, así como en la industria química como intermediario o producto.¹²⁹ Se aplicó como solvente (para el caucho y otros polímeros); como «depurador» para recuperar gases que contienen cloro o para eliminar los componentes orgánicos volátiles de los gases, como fluido hidráulico, de transferencia de calor o de transformadores, en giroscopios, o en la producción de varillas de aluminio o grafito.^{126,129}

11.4 Comercio

En la actualidad, algunas empresas ofrecen el HCBD como producto en cantidades de toneladas en plataformas virtuales que indican que el HCBD aún se separa en cierta medida en los sitios de producción para su venta y uso comercial. El comercio de HCBD no está regulado por el Convenio de Rotterdam, por lo que el HCBD no se somete al proceso de Consentimiento Fundamentado Previo (PIC) ni tiene un Código HS específico. Por lo tanto, no ha sido posible extraer datos sobre el comercio internacional de HCBD.

130 Zhang L, Yang W, Zhang L, Lib X (2015) Highly chlorinated unintentionally produced persistent organic

131 Weber R, Watson A, Malkov M, Costner P, Vijgen J (2011) Unintentionally produced hexachlorobenzene and pentachlorobenzene POPs waste from solvent production – the need to establish emission factors and inventories. *Organohalogen Compounds* 73, 2205-2208. <http://dioxin20xx.org/wp-content/uploads/pdfs/2011/5002.pdf>

132 Weber R, Watson A, Forter M, Oliaei F (2011) Persistent Organic Pollutants and Landfills - A Review of Past Experiences and Future Challenges. *Waste Management & Research* 29 (1) 107-121.

133 International Programme on Chemical Safety, Environmental Health Criteria 156, Hexachlorobutadiene, WHO. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc156.htm>, 2012-02-01

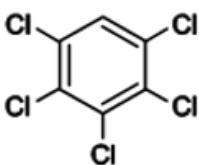
134 <https://www.globalchemmall.com/hexachlorobutadiene>; <https://www.nacchemical.com/hexachlorobutadiene-solution-3744326.html>

12 Pentaclorobenceno (PeCB)

12.1 Identidad química, propiedades COP e inclusión en el Convenio

El Pentaclorobenceno (PeCB) pertenece a un grupo de clorobencenos que se caracterizan por tener un anillo de benceno en el que se han sustituido los átomos de hidrógeno por cinco cloros (Tabla 24). El PeCB es persistente en el medio ambiente y bioacumula. El PeCB tiene una larga residencia atmosférica y se transporta a larga distancia. El perfil de riesgo¹³⁵ y la evaluación de gestión de riesgos¹³⁶ cuentan con información detallada. La información sobre la identidad química está compilada en la Tabla 22. Desde 2009, el PeCB ha estado incluido en el Anexo A sin exenciones específicas y en Anexo C del Convenio de Estocolmo.¹³⁷

Tabla 24 Identidad química y estructura de PeCB^{135,136}

Nombre químico:	Pentaclorobenceno		
Sinónimos/Abreviaturas:	1,2,3,4,5-pentachlorobenzene; pentachlorobenzene; PeCB; QCB; quintochlorobenzene		
Nombres comerciales:	Ninguno		
Número de Registro CAS	608-93-5		
Estructura		Peso molecular:	250.32 g/mol
		Fórmula molecular:	C6HCl5

12.2 Producción

No se ha documentado producción intencional conocida del PeCB industrial. Sin embargo, una empresa ofrece PeCB y sus derivados relacionados a través de una plataforma comercial.¹³⁸ El PeCB se produce y se usa en cantidades relativamente pequeñas como PeCB de grado analítico por laboratorios para la preparación de soluciones estándar con fines analíticos.¹³⁶

12.3 Aplicaciones

El PeCB se utilizaba en mezclas con PCB en equipos tales como en soportes de colorantes, como fungicidas, retardantes de llamas y productos químicos intermedios, por ejemplo, anteriormente para la producción del fungicida quintoceno. La degradación del quintoceno produce en parte PeCB, que en su día fue la fuente más importante de PeCB.¹³⁵ Se calcula que en los EEUU se produjeron 1300 toneladas de quintoceno en 1972.¹³⁵ Los fabricantes estadounidenses y europeos más importantes han cambiado su proceso de fabricación para eliminar el uso de PeCB. También se ha dejado de usar el quintoceno en la mayoría de los países CEPE (UNECE por sus siglas en inglés) debido a su persistencia y también debido a la contaminación con PCDD/PCDF y las emisiones

¹³⁵ PNUMA/POPS/POPRC.3/20/Add.7 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.3-20-Add.7.English.pdf>

¹³⁶ PNUMA /POPS/POPRC.4/15/Add.2 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.4-15-Add.2.English.pdf>

¹³⁷ Decisión SC-4/16: Listing of Pentachlorobenzene <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.4-SC-4-16.English.pdf>

¹³⁸ <https://www.echemi.com/shop-us20220607140012825/products.html?keywords=pentachlorobenzene>

relacionadas.^{139,140} Por el momento, se desconoce la situación relativa a la producción y el uso fuera de la región CEPE.

12.4 Comercio

Al no producirse de forma intencionada el PeCB industrial, tampoco se comercializa, salvo en el caso de que se apliquen exenciones a las normas analíticas.

13 Lindano (Gamma-HCH) y Alfa- y Beta-HCH

13.1 Identidad química, propiedades COP e inclusión en el Convenio

En el 2009 se añadieron tres isómeros principales de hexaclorociclohexano (HCH) en el Convenio.

- alfa-hexaclorociclohexano (alfa-HCH)
- beta-hexaclorociclohexano (beta-HCH)
- gamma-hexaclorociclohexano (lindano; gamma-HCH)

Solo el lindano tiene aplicación insecticida. Sin embargo, no se pudo producir el lindano específico para los isómeros, sino que se produjo como una mezcla de HCH durante la cloración del benceno, que después se separó de la mezcla HCH. Los isómeros residuales de HCH resultantes de la producción del lindano han generado grandes cantidades de residuos y zonas contaminadas en los sitios de producción.^{141 142}

El lindano es persistente, se bioacumula fácilmente en la cadena alimentaria y se bioconcentra. Hay pruebas de que se transporta a larga distancia y de que tiene efectos tóxicos en animales de laboratorio y organismos acuáticos. En el 2018, la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC por sus siglas en inglés) clasificó el lindano como carcinógeno de grupo 1 (carcinogénico para los seres humanos).

El alfa- y el beta- HCH se transportan a larga distancia. Son altamente persistentes en el agua de las regiones más frías y pueden bioacumularse y biomagnificarse en la biota y las redes tróficas árticas. Se clasifican como posibles carcinogénicos para los seres humanos y afectan negativamente a la fauna y a la salud humana en las regiones contaminadas.¹⁴² Se proporciona información detallada en los relevantes perfiles de riesgo y evaluaciones de gestión de riesgo del alfa-/beta- HCH¹⁴³ y el lindano.^{144,145} En la Tabla 25 se recopila la información química y estructural.

Se añadieron estos tres isómeros del HCH en el Anexo A del Convenio de Estocolmo en mayo del 2009. El lindano tiene exenciones específicas para su uso como producto farmacéutico para la

139 Holt E, Weber R, Stevenson G, Gaus C (2010) Polychlorinated Dibenzo-p-Dioxins and Dibenzofurans (PCDD/Fs) Impurities in Pesticides: A Neglected Source of Contemporary Relevance. *Environ. Sci. Technol* 44, 5409–5415

140 Huang J, Gao J, Yu G, Yamazaki N, Deng S, Wang B, Weber R (2015) Unintentional formed PCDDs, PCDFs, and DL-PCBs as impurities in Chinese pentachloronitrobenzene products. *Environ Sci Pollut Res Int.* 22, 14462-14470.

141 Vijgen J, Abhilash PC, Li Y-F, et. al (2011) HCH as new Stockholm Convention POPs – a global perspective on the management of Lindane and its waste isomers. *EnvSciPollut Res.* 18, 152-162.

142 Vijgen J, Fokke B, van de Coterlet G, Amstaetter K, Sancho J, Bensaïah C, Weber R (2022) European cooperation to tackle the legacies of hexachlorocyclohexane (HCH) and lindane. *Emerg. Contam.* 8, 97-112 <https://doi.org/10.1016/j.emcon.2022.01.003>

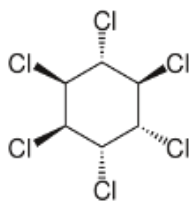
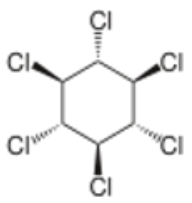
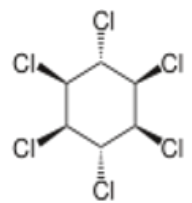
143 PNUMA /POPS/POPRC.3/20/Add.8; PNUMA /POPS/POPRC.3/20/Add.9; PNUMA /POPS/POPRC.4/15/Add.3; PNUMA /POPS/POPRC.4/15/Add.4

144 PNUMA /POPS/POPRC.2/17/Add.4 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.2-17-Add.4.English.pdf>

145 PNUMA /POPS/POPRC.3/20/Add.4 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.3-20-Add.4.English.pdf>

salud humana para el control de los piojos y la sarna, como tratamiento de segunda línea,¹⁴⁶ pero no se otorgó exención para su producción.

Tabla 25 Identidad química y estructura de los isómeros de HCH incluidos en el Convenio 143,144,145

Nombre de sustancia química:	Alpha-HCH	Beta-HCH	Gamma-HCH (lindane)
Sinónimos/abreviaturas	Alpha-1,2,3,4,5,6-hexachlorocyclohexane, alpha isomer, alpha-HCH; alpha-BHC,	beta-1,2,3,4,5,6-Hexachlorocyclohexane; beta-HCH; beta-BHC,	1,2,3,4,5,6-hexachlorocyclohexane (HCH)
Nombres comerciales			Lindane, BHC
Número de Registro CAS	319-84-6	319-85-7	58-89-9
Uso Comercial:	By-product of lindane and in technical HCH	By-product of lindane and in technical HCH	Insecticide
Estructura:			
Peso molecular	290.83 g/mol	Fórmula molecular:	C ₆ H ₆ Cl ₆

13.2 Producción histórica

El lindano (gamma-HCH) y el HCH técnico se encontraban entre los plaguicidas más producidos en el mundo. Se calcula que el uso mundial de lindano entre 1950 y 2000 para fines agrícolas, ganaderos, forestales, de salud humana y otros ascendió a unas 600 kt. La producción total de gamma-HCH se estimó en 1794 kt⁵ (Figura 1). Con cada tonelada de lindano producida, se generaban entre 6 y 10 toneladas de los demás isómeros, incluidos el alfa y el beta-HCH. El total de 600000 toneladas de lindano producidas entre 1950 y 2000 generó entre 5 y 7,4 millones de toneladas de isómeros de desecho de HCH^{5,147} (figura 1).

13.3 Aplicaciones

Se ha utilizado el lindano como insecticida de amplio espectro para tratar semillas y suelo, para aplicaciones foliares, tratamiento de árboles y madera, contra los ectoparásitos en tanto las aplicaciones veterinarias como las de salud humana. La producción de lindano se ha disminuido en las últimas décadas, y se interrumpió la última producción de lindano en India hace años.¹⁴⁸

Desde el 2019, ninguna Parte se ha registrado para obtener una exención específica para el uso como producto farmacéutico para la salud humana destinado al control de los piojos y la sarna, o

146 Decisión SC-4/15: Listing of lindane. <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.4-SC-4-15.English.pdf>

147 Vijgen J, Abhilash PC, Li Y-F, et al. (2011) HCH as new Stockholm Convention POPs – a global perspective on the management of Lindane and its waste isomers. *Env Sci Pollut Res*. 18, 152-162

148 Jit S, Dadhwal M, Kumari H, et al. (2010) Evaluation of hexachlorocyclohexane contamination from the last Lindane production plant operating in India. *EnvSciPollut Res* 18(4), 586-597

como tratamiento de segunda línea. Por lo tanto, la exención terminó en 2019, y no se podrán realizar nuevos registros.¹⁴⁹ El alfa y el beta-HCH están incluidos en el Anexo A sin exenciones específicas.^{150,151}

13.4 Comercio

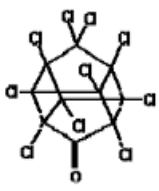
Hasta hace poco, se siguió comerciando el lindano para el uso exento de las existencias de pequeñas cantidades de este producto para el sector farmacéutico. No obstante, la exención finalizó en 2019 por lo que es probable que no haya comercio ni uso de lindano en los últimos años.

14 Clorodecona

14.1 Identidad química, propiedades COP e inclusión en el Convenio

La clorodecona es un plaguicida organoclorado sintético, que se ha utilizado principalmente como insecticida, acaricida y fungicida agrícola. La clorodecona está estrechamente relacionada con el mirex. Es altamente persistente en el medio ambiente, tiene un alto potencial de bioacumulación y biomagnificación y basado en sus propiedades fisicoquímicas y en los datos de modelización, se transporta a largas distancias. Se clasifica como posible carcinógeno para los seres humanos y es altamente tóxico para los organismos acuáticos. El perfil de riesgo¹⁵² y la evaluación de gestión de riesgos¹⁵³ contienen información detallada. En la Tabla 26 se recopila información sobre la identidad química y la estructura. Desde el 2009, la clorodecona está incluida en el Anexo A del Convenio de Estocolmo sin exenciones.¹⁵⁴

Tabla 26 Identidad química y estructura de clorodecona

Nombre de sustancia química:	1,1a,3,3a,4,5,5a,5b,6-decachloro-octahydro-1,3,4-metheno-2H-cyclobuta-[cd]-pentalen-2-one		
Sinónimos/abreviaturas:	Decachloropentacyclo(5.2.1.0'2,6.0'3,9.0'5,8)decan-4-one; decachlorooctahydro-1,3,4-metheno-2H,5H-cyclobuta-[cd]-pentalen-2-one; decachloroketone		
Nombre comercial:	GC 1189, Kepone, Merex, ENT 16391, Curlone		
Número registro CAS:	143-50-0		
Estructura:		Peso molecular:	490.6 g/mol
		Fórmula molecular:	C ₁₀ Cl ₁₀ O

149 PNUMA (2019) SC-9/1: Exemptions. UNEP/POPS/COP.9/SC9-1

150 Decisión SC-4/10: Listing of alpha-HCH. <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.4-SC-4-10.English.pdf>

151 Decisión SC-4/11: Listing of beta-HCH. <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.4-SC-4-11.English.pdf>

152 PNUMA /POPS/POPRC.3/20/Add.10 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.3-20-Add.10.English.pdf>

153 PNUMA /POPS/POPRC.3/20/Add.2 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.3-20-Add.2.English.pdf>

154 Decisión SC-4/12: <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.4-SC-4-12.English.pdf>

14.2 Producción

La Clorodecona se producía principalmente en los Estados Unidos (con los nombres comerciales GC 1189; Kepone) hasta su prohibición en 1976. Entre 1951 y 1975, se produjeron aproximadamente 1600 toneladas de clorodecona en Los Estados Unidos, con las exportaciones principales a Europa, Asia, América Latina y África. En Francia, se produjo la clorodecona hasta la década de 1990. Se calcula que se produjeron un total de 1820 toneladas⁵ de clorodecona en el pasado (Figura 1).

14.3 Aplicaciones

La clorodecona se ha utilizado como insecticida, acaricida y fungicida agrícola en varias partes del mundo para controlar una amplia gama de plagas, y particularmente para el control del barrenador de la raíz del plátano. También se ha utilizado como larvicida de moscas, fungicida contra la sarna del manzano y el mildiú polvoroso, para controlar el escarabajo de la patata de Colorado, el ácaro de la roya en cítricos no frutales y el gusano de alambre de la patata y el tabaco en gladiolos y otras plantas. La clorodecona también se ha utilizado en las trampas para hormigas y cucarachas domésticas.¹⁵⁵ La clorodecona producida en Francia se utilizó principalmente en las plantaciones de plátanos de Martinica y Guadalupe hasta 1993, y hasta que se destruyeron las reservas restantes en el 2002.¹⁵⁶

14.4 Comercio

Desde la eliminación gradual de la producción y uso de la clorodecona hace 30 años con la destrucción de las existencias, no se ha realizado ningún comercio de esta sustancia en los últimos 20 años.

15 El Endosulfan

15.1 Identidad química, propiedades COP e inclusión en el Convenio

El endosulfán es un plaguicida organoclorado sintético. El endosulfán del grado técnico es una mezcla de dos isómeros (α - and β -) en una proporción aproximada de 2:1 a 7:3, junto con impurezas y productos de degradación.

El endosulfán es persistente en el atmósfera, los sedimentos y el agua. Se bioacumula, y puede transportarse a larga distancia. Es tóxico para los seres humanos y se ha comprobado que tiene efectos negativos en una amplia gama de organismos terrestres y acuáticos. La exposición al endosulfán ha sido relacionado con enfermedades físicas congénitas, deficiencias mentales y muerte en agricultores y en los habitantes de los países de renta baja y media en África, Asia, y América Latina. El sulfonato de endosulfán muestra una toxicidad similar a la del endosulfán. El

¹⁵⁵ Hoja de datos clorodecona: <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-NewPOPs-Factsheet-04-20200226.English.pdf>

¹⁵⁶ <https://web.archive.org/web/20100710190934/http://www.pan-germany.org/deu/~news-691.html>

perfil de riesgo¹⁵⁷ y la evaluación de gestión de riesgos¹⁵⁸ cuentan con información detallada para su inclusión en el Convenio. La tabla 27 recopila información sobre la identidad química.

Desde el 2011, el endosulfán ha estado incluido en el Anexo A del Convenio de Estocolmo, con exenciones específicas para la producción y el uso de sobre los complejos plaga-cultivo incluidos en la parte VI del anexo A (cuadro 28).¹⁵⁹ Según el sitio web del Convenio, no hay más exenciones registradas para la producción o el uso del endosulfán.¹⁶⁰

Tabla 27 Identidad química y estructura de endosulfán técnico^{157,158}

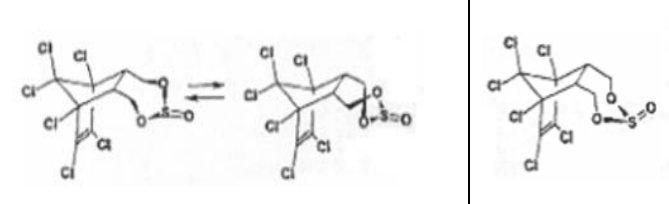
Nombre químico:	alfa (α) endosulfan	beta (β) endosulfan
sinónimos/ abreviaturas:	6,7,8,9,10,10-hexachloro-1,5,5a,6,9,9a-hexahydro-6,9-methano-2,4,3-benzodioxathiepin-3-oxide 6,7,8,9,10,10-hexachloro-1,5,5a,6,9,9-hexahydro-3-oxide	6,9-methano-2,4,3-benzodioxathiepin-3-oxide
Número registro CAS:	959-98-8	33213-65-9
Estructura:		
Peso molecular:	406.96 g/mol	Fórmula molecular: C ₉ H ₆ Cl ₆ O ₃ S

Tabla 28 Inclusión de exenciones específicas para el endosulfán (Decisión SC - 5/3)¹⁶¹

Sustancia química	Actividad	Exenciones específicas
Endosulfán técnico y sus relacionados isómeros	Producción	Según lo permitido para las partes enumeradas en el Registro de exenciones específicas
	Uso	Complejos plaga-cultivo enumerados de conformidad con las disposiciones de la parte VI del anexo A. Por ejemplo, manzana, mango, berenjena, quimbombó.

15.2 Producción

Circa 2009, Brasil, China, India, y Corea del Sur en conjunto produjeron entre 18 y 20 kt de endosulfán anualmente. En total, se han producido 662 kt a lo largo de la historia. En la actualidad no se conoce ninguna producción.

15.3 Aplicaciones

El endosulfán es un insecticida, que se ha usado durante más de 50 años para controlar plagas como, insectos masticadores, chupadores y barrenadores, incluidos pulgones, trips, escarabajos, orugas que se alimentan de hojas, ácaros, barrenadores, gusanos cortadores, gusanos de la

157 PNUMA/POPS/POPRC.5/10/Add.2 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.5-10-Add.2.English.pdf>

158 PNUMA/POPS/POPRC.6/13/Add.1 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.6-13-Add.1.English.pdf>

159 Decisión SC-5/3. Listing of Endosulfan. <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.5-SC-5-3.English.pdf>

160 <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/SpecificExemptions/TechnicalendosulfanRoSE/tabid/5037/Default.aspx>

161 Decisión SC-5/3. Listing of Endosulfan. <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.5-SC-5-3.English.pdf>

cápsula, chinches, moscas blancas, saltahojas, caracoles en arrozales y moscas tsetsé. Se utilizaba el endosulfán en una amplia gama de cosechas. Se aplicaba principalmente a la soja, el algodón, el arroz y el té. Otras cosechas incluyen hortalizas, frutas, frutos secos, bayas, uvas, cereales, legumbres, maíz, semillas oleaginosas, patatas, café, hongos, aceitunas, lúpulo, sorgo, tabaco y cacao. También se ha usado el endosulfán en plantas ornamentales y árboles forestales, así como conservante de madera destinada uso industrial y doméstico.¹⁶²

No se conoce ningún uso actual del endosulfán, pero es posible que en algunos países aún existan reservas.

15.4 Comercio

El comercio del endosulfán disminuyó drásticamente de 500 toneladas en el 2017 a alrededor de 100 toneladas en 2018, y menos de 10 toneladas en 2019.¹⁶³ Hoy en día, no se conoce ningún comercio del endosulfán. Dado que el endosulfán se producía y se utilizaba hasta hace poco, es posible que queden existencias que podrían comercializarse.

16 Pentaclorofenol (PCP) y sus sales y ésteres

16.1 identidad química, propiedades COP e inclusión en el Convenio

Se puede encontrar el pentaclorofenol (PCP) en dos formas: el PCP en sí mismo o como la sal sódica de PCP, que se disuelve fácilmente en agua. El PCP es un hidrocarburo clorado aromático que es sólido a temperatura ambiente, altamente soluble en grasa y no inflamable.¹⁶⁴

Se ha producido el PCP como PCP y la sal sódica de PCP. Entre las sustancias que incluye el PCP y sus sales y ésteres se encuentran el propio PCP (véase la Tabla 19.; CAS-Nº: 87-86-5), el pentaclorofenolato de sodio (CAS-Nº: 131-52-52), como monohidrato (CAS-No: 27735-64-4), el laurato de pentaclorofenolato (CAS- Nº: 3772-94-9) y el pentacloroanisol (CAS-Nº: 1825-21-4).

Aunque la molécula de PCP no cumple con todos los criterios especificados en el Anexo D, el PCP, sus sales y sus ésteres cumplen los criterios de persistencia, transporte a larga distancia y toxicidad especificados en dicho anexo, teniendo en cuenta su producto de transformación, el pentacloroanisol (PCA). Dado que la degradación del PCP y del PCA es compleja en el medio ambiente y en la biota, se han considerado ambos en el perfil de riesgo.

El perfil de riesgo¹⁶⁵ y la evaluación de gestión de riesgos¹⁶⁶ cuentan con información detallada para su inclusión en el Convenio. La Tabla 29 recopila información sobre la identidad química y las estructuras.

162 Hoja de datos Endosulfán: <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-NewPOPs-Factsheet-17-20200226.English.pdf> (disponible en inglés)

163 Zou H, Wang T, Wang ZL, Wang Z. (2023) Continuing large-scale global trade and illegal trade of highly hazardous chemicals. *Nature Sustainability*. 6(11), 1394-1405.

164 PNUMA (2017) Draft guidance on preparing inventories of pentachlorophenol and its salts and esters and on identifying alternatives for the phase-out of those chemicals. UNEP/POPS/COP.8/INF/20. (disponible en inglés)

165 PNUMA/POPS/POPRC.9/13/Add.3 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.9-13-Add.3.English.pdf>

166 PNUMA/POPS/POPRC.10/10/Add.1 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.10-10-Add.1.English.pdf>

En el 2015, el PCP, sus sales y sus ésteres se incluyeron en el Anexo A del Convenio. El PCP se incluyó en el Anexo A con exenciones específicas para su producción y uso en postes de madera y crucetas (Tabla 30).¹⁶⁷

Tabla 29 Identidad química y estructura de PCP^{165,166}

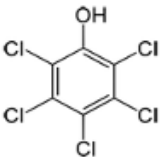
Nombre químico:	Pentaclorofenol		
Sinónimos/abreviaturas	Varios (vease el Perfil de Riesgo PCP) ¹⁶⁵		
Nombres comerciales:	KMG Penta Blocks; Dura-Treat 40 Conservante de Madera; y otros		
Número de Registro CAS	87-86-5		
Estructura		Peso molecular:	266.34 g/mol
		Fórmula molecular:	C ₆ HCl ₅ O and C ₆ Cl ₅ OH

Tabla 30 Inclusión de exenciones específicas para el pentaclorofenol, sus sales y sus ésteres

Sustancia química	Actividad	Exenciones específicas
Pentaclorofenol, sus sales y sus ésteres	Producción	Según lo permitido para las Partes enumeradas en el registro de exenciones específicas, conforme con las provisiones de de la Parte VIII del Anexo A.
	Aplicación	Pentaclorofenol para postes y crucetas conforme con las provisiones de Parte VIII del Anexo A.

16.2 Producción

El PCP se produjo por primera vez en la década de los 30 para el uso como conservante de madera, y se comercializó con varios nombres comerciales. Históricamente, se ha producido el PCP por lo menos en Brasil, China, Alemania, México, India, la antigua Checoslovaquia, Dinamarca, Francia, Polonia, España, Suiza, la antigua URSS y el Reino Unido. En el momento álgido de su producción, la producción mundial de PCP fue de alrededor de 90.000 toneladas por año¹⁶⁵ y en el 2011 alrededor de 10.000 toneladas.¹⁶⁸ Actualmente esta sustancia se sigue produciendo principalmente en los Estados Unidos, México y la India. En total, se produjeron 2130 kt de PCP durante los años 40⁵ (Figura 1).

México se registró para producir 6800 toneladas de PCP al año. Sin embargo, la exención caducó el 15 de diciembre de 2021¹⁶⁹. México también anunció que la empresa productora de este COP cesó sus actividades.

Hay incertidumbre sobre el inicio de producción de PCP en los Estados Unidos desde que México dejó de producirlo. Es probable que siga produciéndose el PCP en la India, ya que como país del Artículo 25(4) aún no ha ratificado la enmienda PCP.

¹⁶⁷ Decisión SC-7/13. Listing of pentachlorophenol and its salts and esters. <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.7-SC-7-13.English.pdf>

¹⁶⁸ Propuesta de inclusión del pentaclorofenol y sus sales y ésteres en los anexos A, B y/o C del Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes. PNUMA/POPS/POPRC.7/4.

¹⁶⁹ <http://www.pops.int/Implementation/Exemptions/SpecificExemptions/PCPRoSE/tabid/5481/Default.aspx>

16.3 Aplicaciones

El PCP se ha usado como herbicida, insecticida, fungicida, alguicida y desinfectante, así como ingrediente en la fabricación de pinturas antiincrustantes.

Los usos principales de los productos a base de PCP que han generado grandes reservas son:

- (a) Madera tratada (por ejemplo madera en construcción, postes, traviesas de ferrocarril)
- (b) Cuero tratado (por ejemplo zapatos, ropa, muebles)
- (c) Textiles tratados

El PCP también se ha utilizado en selladores de juntas, masillas y compuestos de encapsulado, adhesivos, barnices y pinturas.

En los últimos años, de las 6800 toneladas de PCP producidos en México, la mayor parte (99.98%) se exportó a los EE. UU. para su uso en postes y crucetas.¹⁶⁹

En los EE. UU. la Agencia de Protección Medioambiental (US EPA) ha establecido el 29 de febrero de 2024 como fecha de cancelación efectiva de PCP, tras lo cual seguirá un periodo de 3 años dentro del cual, la US EPA permitirá el uso de reservas existentes.¹⁷⁰

Las traviesas de ferrocarril y otras maderas tratadas con PCP frecuentemente suelen utilizarse de manera secundaria en los jardines privados e incluso en los parques infantiles. El uso de madera tratada con el PCP ha resultado en la contaminación de piensos y alimentos con PCDD/PCDF.¹⁷¹ Por lo tanto, la gestión y la reutilización de la madera tratada requieren un cuidado particular.

16.4 Comercio¹⁷²

Se calcula que, hasta hace poco, el 99,98 % del PCP producido en México se exportó a los EE. UU., mientras que solo se utilizó el 0,02 % en México.¹⁶⁹ Dado que probablemente aún se produce el PCP en la India, y los EE. UU. siguen tratando la madera con PCP, es posible que todavía se comercialice el PCP y la madera tratada con PCP en cierta medida.

16.5 Aplicaciones anteriores de PCP y productos en uso y residuos

La madera, el cuero y los textiles tratados aún podrían seguir en uso. Teniendo en cuenta que la producción y el uso mayor de PCP continuó hasta los años 90 con una mayor producción y uso en los años 80 y anteriormente, es probable que la mayoría de los textiles tratados con PCP y una parte significativa del cuero tratado hayan acabado en los flujos de residuos en los últimos 30 años. Sin embargo, la vida útil de la madera es muy larga, y la madera tratada utilizada en interiores puede durar hasta 100 años (véase el estudio de caso COP en la construcción en las Orientaciones para los Inventarios Sectoriales de COP)¹⁷³. También es posible que algunos postes y traviesas ferroviarias tratadas estén en uso y en uso secundario. En particular, el uso secundario de madera tratada con PCP en los parques infantiles o los jardines privados puede prolongar considerablemente la vida útil y ocasionar la exposición humana.

170 USEPA (2021) Pentachlorophenol Final Registration Review Decision Case Nr 2505; EPA-HQ-OPP-2014-0653.

171 Weber R, Herold C, Hollert H, et al. (2018) Reviewing the relevance of dioxin and PCB sources for food from animal origin and the need for their inventory, control and management. *Environ Sci Eur.* 30:42. <https://rdcu.be/bax79>.

172 Téngase en cuenta que los elevados volúmenes comerciales asignados al pentaclorofenol en el estudio de Zou et al. (2023)¹⁶² se derivan del código HS 290819 (Derivados que contienen únicamente sustituyentes halógenos y sus sales, de fenoles o fenol-alcoholes (excl. el PCP)) en su evaluación. Sin embargo, el código HS290819 incluye también compuestos aromáticos fenólicos bromados, incluido el TBBPA, con grandes producciones.

173 PNUMA (2022) Sectoral guidance for inventories of POPs and other chemicals of concern in buildings/construction, electrical and electronic equipment, and vehicles. (disponible en inglés)

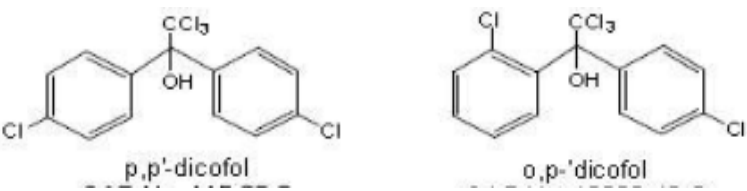
17 Dicofol

17.1 Identidad química, propiedades COP e inclusión en el Convenio

El dicofol es un insecticida producido a partir del DDT, que consiste en dos isómeros: p,p'-dicofol y o,p'-dicofol. El producto técnico (con una pureza de aproximadamente el 95%) es un aceite viscoso de color marrón que contiene entre un 80 y un 85 % de p,p'-dicofol y entre un 15 y un 20 % de o,p'-dicofol, así como hasta 18 impurezas. Anteriormente, una parte del dicofol contenía más de un 10 % de DDT.¹⁷⁴

El dicofol tiene un elevado potencial de bioconcentración, como demuestran los valores del factor de bioconcentración obtenidos experimentalmente en peces. Los resultados de los modelos indican que el dicofol y sus metabolitos pueden transportarse a regiones remotas. Al igual que el DDT, el dicofol es un pesticida tóxico que es persistente en el medio ambiente y que se bioacumula en la fauna, el ganado y en los seres humanos. La exposición prolongada o repetitiva a dicofol puede resultar en irritación de la piel, e hiperestimulación de las transmisiones nerviosas por los axones nerviosos. El dicofol es altamente tóxico para los peces, los invertebrados acuáticos, las algas y las aves. Está vinculado al adelgazamiento de la cáscara de los huevos y una fertilidad reducida. El perfil de riesgo¹⁷⁵ y la evaluación de la gestión del riesgos¹⁷⁶ cuentan con información detallada para su inclusión en el Convenio. En la Tabla 31 se muestra información sobre la identidad química. El dicofol ha estado incluido en el Anexo A en desde 2019 sin exenciones específicas.¹⁷⁷

Tabla 31 Identidad química y estructura de dicofol^{179,180}

Nombre de sustancia química:	Dicofol		
Sinónimos/abreviaturas:	1,1-bis(4-chlorophenyl)-2,2,2-trichloroethanol y 1-(2-chlorophenyl)-1-(4-chlorophenyl)-2,2,2-trichloroethanol(p,p'- y o,p'-isomer)		
Nombres comerciales:	1,1-bis(chlorophenyl)-2,2,2-trichloroethanol; 4-chloro-α-(4-chlorophenyl)-α-(trichloromethyl)-; Acarin; Benzenemethanol; Carbox; Cekudifol; CPCA; Decofol; Dicaron; Dichlorokelthane; Dicomite; Difol; DTMC; ENT 23648; FW293; Hilfol; Hilfol 18.5 EC; Kelthane; Kelthanethanol; Kelthane A; Kelthane (DOT); Kelthane Dust Base; Kelthane 35; Milbol; Mitigan; p,p'-dicofol; NA2761 (DOT); NCI-C00486		
Número registro CAS:	115-32-2 (dicofol; p,p'-dicofol); 10606-46-9 (o,p'-dicofol)		
Estructura	 p,p'-dicofol o,p'-dicofol		
Peso molecular:	370.49 g/mol	Fórmula molecular:	C ₁₄ H ₉ Cl ₅ O

174 Qiu X, Zhu T, Yao B, Hu J, Hu S.(2005) Contribution of dicofol to the current DDT pollution in China. Environ Sci Technol. 39(12), 4385–4390. doi:10.1021/es050342a.

175 PNUMA/POPS/POPRC.12/11/Add.1; <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.12-11-Add.1.English.pdf>

176 PNUMA/POPS/POPRC.13/7/Add.1 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.13-7-Add.1.English.pdf>

177 Decisión SC-9/11: Listing of dicofol. <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.9-SC-9-11.English.pdf>

17.2 Producción

El dicofol se fabrica a partir del DDT técnico mediante la hidroxilación del DDT. Se introdujo el dicofol comercialmente en el 1955¹⁷⁸. Entre 2000 y 2007, se calculó que la producción mundial de dicofol era entre 2700 y 2500 toneladas por año, pero esta cifra ha disminuido drásticamente desde entonces, ya que muchos países han eliminado gradualmente su producción y uso.¹⁷⁶ En total, se han producido 244 kt de dicofol en el pasado.⁵ (Figura 1)

Se producía el dicofol en India, China, España y Brasil. China usó aproximadamente 97000 toneladas de DDT para producir 40000 toneladas de dicofol entre 1988 y 2002. En el 2013-2014, el último productor de dicofol técnico que quedaba en China cesó su producción¹⁷⁶ y en 2014-2015 se cesó la producción en Brasil. La India, donde operaba el último productor de dicofol, anunció en la CoP 9 que cesaría la producción en 2019.

17.3 Aplicaciones

El dicofol es un plaguicida organoclorado acaricida que se ha utilizado principalmente en Asia oriental y sudoriental, la costa mediterránea, así como en América del Norte y Central. El dicofol tiene un amplio conjunto de aplicaciones potenciales para controlar los ácaros en una gran variedad de cultivos de campo, frutas, verduras, orquídeas, plantas ornamentales, plantaciones de árboles de Navidad, algodón y té, así como en edificios y estructuras exteriores no agrícolas. Dado que la producción cesó en 2019, es posible que solo se utilicen algunas existencias restantes, pero su uso no está exento (véase la sección 17.1).

17.4 Comercio

Dado que la última producción de dicofol en la India cesó en 2019, es probable que no haya comercio previsto. Sin embargo, como la producción cesó recientemente, es posible que se comercialicen algunas existencias restantes.

18 Cómo Acceder a las bases de datos y estadísticas internacionales relevantes sobre el uso y la producción de los COP

Para este informe, se ha recopilado el estado de los conocimientos sobre la producción, el comercio y el uso de los COP a partir de diversas fuentes de datos. Muchos de los materiales evaluados contienen información más detallada que no ha podido integrarse en el informe, pero a la que se ha hecho referencia y que puede encontrarse en dichos informes y publicaciones científicas.

Algunas de las fuentes de datos a las que se hace referencia, tales como el registro de exenciones específicas¹⁷⁹ y propósitos aceptables¹⁸⁰ (véase también la sección 18.3), o datos de exportaciones e importaciones recopilados en la base de datos UN Comtrade (sección 18.2), se actualizan con frecuencia. Además de la actualización continua, cuando se utilizan estas bases de datos como fuente de información hay que considerar que también tienen algunas deficiencias y defectos (véanse las secciones 18.2 y 18.3).

178 International Programme on Chemical Safety, Dicofol, WHO/FAO Data Sheets on Pesticides No. 81 World Health Organization. Geneva, July 1996 (http://www.inchem.org/documents/pds/pds/pest81_e.htm, 2015-01-15).

179 <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/RegisterofSpecificExemptions/tabid/1133/Default.aspx>

180 <http://www.pops.int/Implementation/Exemptions/AcceptablePurposes/tabid/793/Default.aspx>

18.1 Revisión científica y recopilación de datos sobre la producción, el uso y el comercio de los COP

Varios estudios científicos revisados por pares han recopilado información sobre la producción, el uso y el comercio de los COP. Estos estudios también se han utilizado para recopilar datos en el presente informe y se han introducido en los capítulos relevantes. Se ha realizado recientemente una revisión exhaustiva de la producción total intencional de los COP por Li et al. en 2023¹⁸¹ (véase también Figura 1).

Varios artículos de revisión han recopilado información sobre la producción y el uso de algunos COP específicos tales como los PBDE,¹⁸² las PCCC/PCCM¹⁸³ o los PFOS¹⁸⁴. Otro tipo de estudio científico útil para poder entender del uso, las reservas, y los residuos de los COP en productos es el análisis de flujos de materiales y sustancias (MFA/SFA por sus siglas en inglés), particularmente los análisis dinámicos de flujos de materiales y sustancias COP en productos. Dado que dichos análisis son escasos en los países de renta baja y media¹⁸⁵, se han recopilado estudios de caso de inventarios para los sectores de uso principal para el documento de orientación sectorial (PNUMA 2023).¹⁸⁶

También existen informes de revisión que recopilan la información sobre los COP presentes en productos (por ejemplo los PFHxS¹⁸⁷ o las PCCC/PCCM¹⁸⁸) que son útiles para comprender el uso principal de los COP en productos que para los COP industriales son más críticos para realizar los inventarios y gestionarlos.

Otro estudio exhaustivo investigó el comercio mundial de las sustancias químicas altamente peligrosas incluidos en el Convenio de Rotterdam, incluidos los COP en los últimos 20 años, basado en la información existente en la Base de Datos UN Comtrade (véase abajo).¹⁸⁹

Se puede esperar que en el futuro se publiquen otras revisiones útiles sobre los COP o posibles COP o los MFA/SFA de los flujos de los mismos.

18.2 Códigos HS para evaluar el comercio global y las importaciones y exportaciones - opciones y limitaciones

18.2.1 Introducción de los Códigos HS y la Base de Datos UN Comtrade

El Sistema Armonizado (SA) fue desarrollado por la Organización Mundial de Aduanas para clasificar todos los productos que se comercializan internacionalmente. Para que el transporte de los bienes por las fronteras internacionales sea exitoso, es necesario declarar el Código HS

181 Li L, Chen C, Li D, Breivik K, Abbasi G, Li YF (2023). What do we know about the production and release of persistent organic pollutants in the global environment?. *Environmental Science: Advances*. 2(1), 55-68.

182 Abbasi, G., Li, L. Breivik, K., (2019). Global historical stocks and emissions of PBDEs. *Environ Sci & Technol*, 53, 6330-6340.

183 Chen C, Chen A, Zhan F, Wania F, Zhang S, Li L, Liu J (2022) Global historical production, use, in-use stocks, and emissions of short-, medium-, and long-chain chlorinated paraffins, *Environ. Sci. Technol.* 56, 7895–7904. +SI

184 Paul AG, Jones KC, Sweetman AJ (2009). A first global production, emission, and environmental inventory for perfluorooctane sulfonate. *Environmental Science & Technology*, 43(2), 386-392.

185 Babayemi J, Sindiku O, Osibanjo O, Weber R (2015) Substance flow analysis of polybrominated diphenyl ethers in plastic from EEE/WEEE in Nigeria in the frame of Stockholm Convention as a basis for policy advice. *Environ Sci Pollut Res.* 22, 14502-14514.

186 Anexos del PNUMA (2023) Orientación sectorial para la elaboración de inventarios de los COP y otras sustancias químicas preocupantes presentes en edificios, construcciones, equipos eléctricos y electrónicos y vehículos.

187 PNUMA (2018) Additional information on perfluorohexane sulfonic acid (CAS No: 355-46-4, PFHxS), its salts and PFHxS-related compounds. UNEP/POPS/POPRC.14/INF/4 (disponible en inglés)

188 Chen C, Chen A, Li L, Peng W, Weber R, Liu J. (2021). Distribution and Emission Estimation of Short- and Medium-Chain Chlorinated Paraffins in Chinese Products through Detection-Based Mass Balancing. *Environ. Sci. Technol.* 55, 7335–7343.

189 Zou H, Wang T, Wang ZL, Wang Z. (2023). Continuing large-scale global trade and illegal trade of highly hazardous chemicals. *Nature Sustainability*. 6(11), 1394-1405

(código del Sistema Armonizado por sus siglas en inglés) correcto. Este código determina el tipo de derecho e impuesto que debe pagarse por el artículo. Es responsabilidad legal del importador o exportador clasificar correctamente las mercancías enviadas, pero la compilación de informes generales por país es voluntaria.

El sistema de Códigos HS utiliza un código de seis dígitos como base, con los dos primeros dígitos como capítulo, los dos segundos dígitos como partida y los dos terceros dígitos como subpartida. También es posible utilizar un sistema de codificación ampliado para una clasificación adicional regional o nacional. Existen sistemas de codificación regionales o nacionales que utilizan un código de ocho o más dígitos, pero consideran el código básico de seis dígitos (véase el ejemplo del cuadro 1). Por ejemplo, la Unión Europea utiliza sus códigos CN (Nomenclatura Combinada) de ocho dígitos y TARIC de 10 dígitos. La India tiene un código ITC-HS (ITC significa Aclaración Comercial India), EE.UU. utiliza un código HTS de 10 dígitos y China tiene un código HS de 13 dígitos.

El Sistema Armonizado incluye 5300 descripciones de artículos o productos, presentados como «partidas» y «subpartidas». En teoría, todos los 180 países de la OMC que utilizan el Acuerdo sobre SA (7a versión a partir de 2022) deberían clasificar un determinado producto con la misma sección, capítulo, partida y subpartida del SA. Desafortunadamente, no todos los países aplican las mismas versiones del SA o las reglas de manera idéntica. Esta incertidumbre, junto con la creciente complejidad de los productos, las decisiones históricas y la falta de experiencia sobre los aspectos técnicos de un producto determinado, se combinan para crear reglas de clasificación complejas e inconsistentes que resultan difíciles de entender.

La Base de Datos Comtrade de la ONU detalla las estadísticas mundiales anuales y mensuales de comercio, desglosadas por producto y socio de comercio y está destinada al uso de los gobiernos, los académicos, instituciones de investigación y empresas. Los datos recopilados por la División de Estadísticas de las Naciones Unidas abarcan aproximadamente 200 países y representan más del 99% del comercio mundial de bienes con una actualización reciente.¹⁹⁰

Un estudio reciente evaluó y compiló los datos de comercio de las 46 sustancias químicas enumeradas en el Convenio de Rotterdam, que se comercializaron entre 2004 y 2019, lo que indica una alta incidencia de comercio ilegal.¹⁶³ La compilación también abordó una serie de COP incluidos en el Convenio de Rotterdam, pero es probable que algunas de las asignaciones abarcaran otros productos químicos, por ejemplo, el pentaclorofenol.¹⁷²

Cuadro 1 Estudio de caso de códigos específicos de importación en Brasil

En algunas regiones, se han establecido códigos de seguimiento más específicos para identificar los COP, pero más tarde se adaptaron los Códigos HS más genéricos. El caso de Brasil ilustra este reto del siguiente modo: desde 1989 hasta 1996, el comercio internacional de decaBDE se registró con un código de seguimiento específico en Brasil (Nomenclatura Brasileña de Mercancías: 2909301700 - éter de decabromodifenilo). Sin embargo, en 1997, Brasil adoptó la Nomenclatura Común del MERCOSUR (NCM). Mientras que los Códigos HS se basan en seis dígitos, siendo los primeros dos dígitos el capítulo, los segundos dos dígitos la partida y las dos últimas la subpartida, la NCM son dos dígitos más largos y los códigos AS iniciales se subdividen aún más utilizando las clasificaciones del artículo (el séptimo dígito) y subartículo (el octavo dígito) en el bloque económico del MERCOSUR. No obstante, los códigos NCM tampoco son lo suficientemente detallados para hacer un seguimiento de algunos COP, como señalan Guida et al. (2021)¹⁹¹, ya que el MERCOSUR está siguiendo la clasificación del Código HS para los COP

190 <https://comtrade.un.org/>

191 Guida Y, Capella R, Kajiwarra N, Babayemi JO, Torres JPM, Weber R (2022). Inventory approach for short-chain chlorinated paraffins for the Stockholm Convention implementation in Brazil. *Chemosphere* 287, 132344.

industriales, por lo que en el NCM¹⁹² solo se han especificado aquellos que también tienen un Código HS específico. Por este motivo, los datos sobre comercio exterior de decaBDE solo se registraron con precisión hasta 1996 y, a partir de 1997, pudieron comercializarse bajo tres códigos NCM genéricos (es decir, NCM 29033929: otros derivados bromados; NCM 29039929: otros derivados halogenados que contienen sólo bromo; y NCM 29093019: otros éteres aromáticos). Por lo tanto, ya no se disponía de datos precisos.

Sólo se han desarrollado algunos Códigos HS específicos para los COP que incluyen una serie de plaguicidas COP y PFOS y PFOSF, así como algunas sustancias relacionadas con el PFOS (véase Tabla 32). Sin embargo, para la mayoría de los COP industriales, los Códigos AS aún no son específicos (por ejemplo los decaBDE, los PBDE incluidos a partir de 2009; el HBCDD, el PFOA y sus sustancias relacionadas, las PCCC y las PCCM).

Los Códigos HS no específicos pueden ocasionar una sobreestimación de las importaciones de un determinado COP, como describieron Korucu et al. (2015)¹⁹³ para el primer inventario de PFOS en Turquía antes de que los Códigos HS fueran disponibles para los PFOS en 2017.

18.2.2 Dificultades con la fiabilidad de los datos de la base de datos UN Comtrade

Otro desafío es la notificación inconsistente por parte de los países a la base de datos UN Comtrade. Esto explica, por ejemplo, por qué los datos globales de importaciones para el código SA bajo el que normalmente se comercializan los PBDE (SA 290930 «éteres aromáticos y sus derivados halogenados, sulfonados, nitrados o nitrosados») muestran datos razonables de importación de PBDE de los países a lo largo del tiempo (Figura 3) que se corresponden con la tendencia temporal de los datos globales de producción (Figura 1), mientras que la evaluación de los datos de exportación de Israel no muestra ninguna exportación bajo este código SA. Dado que la notificación a la base de datos UN Comtrade es voluntaria, no hay notificaciones erróneas, sino que simplemente se permite la falta de notificación.

La incoherencia en las notificaciones de importaciones y exportaciones de los COP con códigos HS específicos también podría explicar la observación de que las importaciones y las exportaciones de los COP no se correspondan necesariamente. Por ejemplo, para los datos específicos sobre PFOS, las exportaciones y las importaciones mundiales de un Código HS no coinciden con las exportaciones globales: las importaciones mundiales totales de PFOS (HS 2904.36) entre 2017 y 2022 fueron de 3348 toneladas, mientras que las exportaciones mundiales durante este mismo periodo fueron de solo 604 toneladas, lo que indica que muchos países no han notificado sobre sus exportaciones de PFOS (o residuos de PFOS).

Por lo tanto, para evaluar el comercio de los COP mediante los Códigos HS, se recomienda evaluar los datos de importación y exportación de los países y considerar que estos no necesariamente informan sobre todas sus exportaciones o importaciones. Para evaluar las importaciones al propio país, podría aclararse la política gubernamental de notificación de todos los datos para poder entender su fiabilidad.

192 Torres F, Guida Y, Weber R, Torres J, (2021). Brazilian overview of per- and polyfluoroalkyl substances listed by the Stockholm convention as persistent organic pollutants. *Chemosphere* 291, 132674. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132674>.

193 Korucu MK, Gedik K, Weber R, Karademir A, Kurt-Karakus PB (2015) Inventory development of perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) in Turkey: challenges to control chemicals in articles and products. *Environ Sci Pollut Res Int.* 22, 14537-14545. DOI 10.1007/s11356-014-3924-2.

Tabla 32 Códigos HS para los COP incluidos en la lista y categorías HS bajo las cuales se importan normalmente los COP

Nuevos COP incluidos en la lista (2009-2022)	Código HS (sustancia química)	Código HS (mezclas, preparaciones o artículos que contengan la sustancia química)	Comentarios
Alfa-hexaclorociclohexano	2903.81	3808.59*	
Beta-hexaclorociclohexano		3824.85**	
Lindano	2903.81	3808.59* 3824.85**	
Clordecona	Sin Código HS específico		
Hexabromobifenilo (HBB)*	Sin Código HS específico	3824.88**	
PFOS	2904.31	3808.59*	
Sulfonato de perfluorooctano y potasio	2904.34	3824.87**	
Sulfonato de litio y perfluorooctano	2904.33		
Sulfonato de perfluorooctano dietanolamonio	2904.32		
Diethanolammonium perfluorooctane sulfonate	2922.16		
Fluoruro de perfluorooctano sulfonilo	2904.36		
Hexa-/HeptaBDE (c-OctaBDE)	2909.30		Código HS no específico de éteres aromáticos y sus derivados halogenados, sulfonados, nitrados o nitrosados
Tetra-/PentaBDE (c-PentaBDE)	2909.30		
DecaBDE	2909.30		
PeCB	29039300		
Endosulfán	2920.30	3808.59*; 3824.84**	
HBCD	Sin Código HS específico		
HCBD	2903299090		
PCN	Sin Código HS específico		
PCP	2908.11	3808.59*	
SCCP	Bajo consideración	3824.89**	
Dicofol	38089190		Insecticida no específica
DDT	2903.92	3808.52*; 3824.84 **	
PFOA	Sin Código HS específico		

PFHxS	Sin Código HS específico		
PCBs	271091	3824.85**	

**Las subpartidas 3808.52 y 3808.59 sólo comprenden los productos de la partida 38. 08, que contengan una o varias de las sustancias siguientes : alaclor (ISO); aldicarb (ISO); aldrina (ISO); azinfos-metil (ISO); binapacril (ISO); canfecloro (ISO) (toxafeno); captafol (ISO); clordano (ISO); clordimeform (ISO); clorobencilato (ISO); DDT (ISO) [clofenotano (DCI), 1,1,1-tricloro-2,2-bis(p-clorofenil)etano]; dieldrina (ISO, DCI); 4,6-dinitro-o-cresol (DNOC (ISO)) o sus sales; dinoseb (ISO), sus sales o sus ésteres; endosulfán (ISO); dibromuro de etileno (ISO) (1,2-dibromoetano); dicloruro de etileno (ISO) (1,2-dicloroetano); fluoroacetamida (ISO); heptacloro (ISO); hexaclorobenceno (ISO); 1,2,3,4,5,6- hexaclorociclohexano (HCH (ISO)), incluido el lindano (ISO, DCI); compuestos de mercurio; metamidofos (ISO); monocrotofos (ISO); oxirano (óxido de etileno); paratión (ISO); paratión-metilo (ISO) (metil-paratión); éteres de penta- y octabromodifenilo; pentaclorofenol (ISO), sus sales o sus ésteres; ácido perfluorooctano sulfónico y sus sales; sulfonamidas de perfluorooctano; fluoruro de perfluorooctano sulfonilo; fosfamidón (ISO); 2,4,5-T (ISO) (ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético), sus sales o sus ésteres; compuestos de tributilestaño.*

***Las subpartidas 3824.81 a 3824. 89 comprenden únicamente las mezclas y preparaciones que contengan una o varias de las sustancias siguientes: oxirano (óxido de etileno); bifenilos polibromados (PBB); bifenilos policlorados (PCB); terfenilos policlorados (PCT); fosfato de tris(2,3-dibromopropilo); aldrina (ISO); canfecloro (ISO) (toxafeno); clordano (ISO); clordecona (ISO); DDT (ISO) (clofenotano (DCI); 1,1,1-tricloro-2,2- bis(p-clorofenil)etano); dieldrina (ISO, DCI); endosulfán (ISO); endrina (ISO); heptacloro.*

18.2.3 Desafíos ocasionados por no etiquetar ni asignar un Código HS a los productos o materiales que contengan los COP

No se etiquetan los productos que contienen PVC blando ni caucho con PCCC como aditivo, ni los plásticos o textiles que contienen PBDE. Actualmente, no existe ningún requisito de etiquetado ni información que indique que estos productos podrían estar vinculados con un código HS que señale la inclusión de un COP.

Aunque existen algunos Códigos HS para mezclas, preparaciones o artículos que contengan una amplia gama de COP (véase Tabla 32), estos Códigos HS son poco específicos, como se indica en la nota a pie de página de dicha tabla. Asimismo, los productos y artículos que contienen PCCC, PFOS o decaBDE no se comercializan bajo estos Códigos SA, sino bajo el respectivo Código SA del producto (por ejemplo, determinados Códigos SA para PVC o caucho que contienen plastificantes; véanse los cuadros 33 y 34).

En el caso de determinados productos o materiales que muy probablemente tienen un alto riesgo de contaminación con determinados COP, los códigos HS de estos productos o materiales podrían utilizarse para evaluar la importación de los COP en estos productos, en particular, si se dispone de datos de seguimiento que proporcionen un factor de impacto aproximado de estas categorías de productos. Esta vigilancia se ha llevado a cabo para las PCCC y las PCCM en el PVC, el caucho y otros productos en China.¹⁸⁸ Estos factores de impacto de las PCCC y las PCCM del PVC y el caucho de China se utilizaron para desarrollar inventarios iniciales de importación de PCCC y PCCM

para Brasil^{194,195} y Nigeria y pueden servir para evaluar inicialmente la cantidad de PCCC y PCCM que podría haberse importado en un país durante los últimos 20 años.

En el caso de la mayoría de los demás productos, como algunos AEE incluidos en la lista de exención del decaBDE, la proporción de productos afectados es bastante baja y aún no se dispone de datos de seguimiento. Estos productos podrían incluirse en el inventario de PBDE teniendo en cuenta los factores de impacto indicados para las distintas categorías de AEE.

Tabla 33 Códigos HS de categorías seleccionadas de PVC, que contienen aditivos como plastificantes o retardantes de llama, incluidas posiblemente las PCCC o las PCCM utilizadas en grandes cantidades como aditivos del PVC en China.

Códigos HS	Clasificaciones HS del PVC
(3904)	(Polímeros de cloruro de vinilo o de otras olefinas halogenadas, en formas primarias)
39042	Cloruro de vinilo, otros polímeros de olefinas halogenadas; poli(cloruro de vinilo) plastificado, en formas primarias, mezclado con otras sustancias
391530	Polímeros de cloruro de vinilo; residuos, recortes y restos
391810	Revestimientos de suelos, paredes o techos; de polímeros de cloruro de vinilo, incluso autoadhesivos, en rollos o losetas
392043	Plásticos: polímeros de cloruro de vinilo, con un contenido de plastificantes superior o igual al 6% en peso; placas, láminas, hojas y tiras (no autoadhesivas), no celulares y sin reforzar, estratificar ni combinar de forma similar con otros materiales.
392049	Plásticos: polímeros de cloruro de vinilo, con un contenido de plastificantes inferior al 6% en peso; placas, láminas, hojas y tiras (no autoadhesivas), no celulares y sin reforzar, estratificar ni combinar de forma similar con otros materiales.
392112	Plásticos; placas, láminas, hojas y tiras, de polímeros de cloruro de vinilo, celulares

**El PVC en forma primaria y el PVC rígido no contienen plastificante.*

Tabla 34 Códigos HS de categorías seleccionadas de caucho que contienen aditivos como plastificantes o retardantes de llama, incluidas posiblemente las PCCC.

Códigos HS	Clasificaciones HS del Caucho
400400	Caucho: desperdicios, recortes y desperdicios de caucho (excepto el caucho endurecido) y polvo o gránulos obtenidos a partir de caucho
4007	Hilo y cordón de caucho vulcanizado
4008	Planchas, hojas, tiras, varillas y perfiles de caucho vulcanizado distinto del caucho endurecido
4009	Tubos de caucho vulcanizado (excepto el caucho endurecido), incluso con sus accesorios (juntas, codos, empalmes, etc.)
4010	Correas transportadoras o de transmisión, de caucho vulcanizado

194 Guida Y, Capella R, Kajiwarra N, Babayemi OJ, Torres JPM, Weber R (2022) Inventory approach for short-chain chlorinated paraffins for the Stockholm Convention implementation in Brazil. Chemosphere 287, 132344. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132344>

195 Guida Y, Weber R (2019) Preliminary inventories of selected POPs by Tier I and II in Brazil and research needs towards Tier III inventory for Polychlorinated naphthalenes (PCNs) and Short-chain chlorinated paraffins (SCCPs). Report for Basel, Rotterdam and Stockholm Convention Secretariat.

4015	Prendas y complementos (incluidos guantes, mitones y manoplas), para cualquier uso, de caucho vulcanizado sin endurecer
4016	Artículos de caucho vulcanizado distinto del caucho endurecido

18.3 Lista de exenciones

Como se ha mencionado en la sección 1.2, la producción y el uso de los COP están permitidos para las Partes que figuran en el registro de exenciones específicas de conformidad con las disposiciones de la parte VII del anexo A. Se puede consultar la página web del Convenio de Estocolmo para obtener información pertinente sobre las exenciones específicas¹⁹⁶ y los fines aceptables para la producción y el uso¹⁹⁷. El sitio web del Convenio también ofrece información sobre las Partes que se han registrado para la exención específica o los fines aceptables y la Secretaría actualiza periódicamente dicho registro. También es posible consultar las exenciones que han caducado. La información también incluye una sección sobre la cantidad estimada de producción y uso. Sin embargo, las Partes no facilitan datos sobre la mayoría de las exenciones registradas para la producción y el uso.

Aunque el registro de exenciones específicas proporciona alguna información sobre la producción y los usos (exentos) de los COP, debe tenerse en cuenta que no abarca la totalidad de la producción y el uso actual de estos COP. Esto se debe a varias razones: por ejemplo, la mayoría de las exenciones registradas para la producción y el uso, no incluyen los datos proporcionados por las Partes. Además, los COP no se etiquetan en los productos y el Código HS tampoco proporciona una designación inequívoca de los COP y los COP en productos. Por lo tanto, las Partes podrían desconocer que algunos productos importados a sus países y comercializados en el mercado contienen los COP incluidos en la lista como aditivos o en cantidades ínfimas. Es probable que varias empresas productoras no sean conscientes de que sus productos contienen los COP incluidos en la lista y los comercializan. Este es particularmente el caso de los más de 100 compuestos relacionados con el PFOA que pueden degradarse a PFOA así como de las mezclas de PC que contienen PCCC.

Además, hay una variedad de Partes al Convenio que ratificaron el Convenio conforme al párrafo 4 del Artículo 25 del mismo. Esto implica que no han ratificado los COP principales¹⁹⁸ que todavía se producen en sus países. Esto incluye a potenciales productores de COP como Bangladesh, China o India, que se sabe que producen grandes cantidades de parafinas cloradas que posiblemente contienen PCCC.

La lista de exenciones solo ofrece información limitada sobre la producción y el uso de varios COP. Sin embargo, este informe, permite completar parcialmente las lagunas de información sobre la producción y el uso mediante la recopilación de información procedente de publicaciones científicas revisadas por pares, y otros informes (véase la sección 18.1).

18.4 Información procedente de los Convenios de Rotterdam y Basilea

Un componente importante de la gestión eficaz de los COP es aprovechar o ampliar las sinergias entre los Convenios de Rotterdam y Basilea. Estos convenios también contienen datos y fuentes de

196 <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/RegisterofSpecificExemptions/tabid/1133/Default.aspx>

197 <http://www.pops.int/Implementation/Exemptions/AcceptablePurposes/tabid/793/Default.aspx>

198 Weber R (2021). Assessment of newly listed POPs for countries that needs to ratify the amendments or to update NIPs. Secretariat of the Basel, Rotterdam and Stockholm Conventions, United Nations Environment Programme, Geneva.

información útiles sobre plaguicidas y sustancias químicas industriales, incluidos los COP, y sobre el comercio, la eliminación y el manejo de los residuos químicos. El Anexo III del Convenio de Rotterdam incluye a 12 de los 20 COP recientemente incluidos. El Convenio de Rotterdam brinda asistencia técnica para las actividades de evaluación y gestión de riesgos mediante su programa de apoyo sobre los productos químicos industriales.¹⁹⁹ Existen cuatro proyectos piloto²⁰⁰ sobre la gestión de productos químicos industriales en los países de renta baja y media así como una caja interactiva de herramientas electrónicas, y perfiles de tres países. Sin embargo, las sustancias químicas industriales tienen un papel subordinado en relación con la producción y el uso según el Convenio de Rotterdam. Para consultar una base de información más amplia sobre los plaguicidas incluidos en la lista de Rotterdam, véanse los enlaces web.^{201,202}

Además, para cada sustancia química incluida en el Anexo III del Convenio, y conforme con el procedimiento PIC, se prepara un Documento de Orientación sobre la Decisión (DGD por sus siglas en inglés)²⁰³ que incluye información general sobre los COP y también un vínculo a los Códigos HS (véase la Sección 18.2). El proceso PIC también permite conocer las respuestas comerciales (de importación) de los productos químicos y de los países, pero sin especificar las cantidades. Las respuestas de importación son las decisiones que toman las Partes al indicar si consienten o no la importación de los productos químicos incluidos en el Anexo III y a las que pueden acceder todas las Partes a título informativo.²⁰⁴ Esto incluye información específica relativa a las notificaciones,^{205, 206} así como información sobre plaguicidas,²⁰⁷ que proporciona cierta información sobre el uso de los COP.

Desafortunadamente, una gran porción de los COP industriales se importan a países en forma de productos como las PCCC en el PVC, la espuma pulverizada de PUR, o el caucho (véase la sección 5.4 y 5.5) o el decaBDE en los plásticos de los AEE (véanse las secciones 6.4 y 6.5). Estos productos no están etiquetados y no están incluidos en el Convenio de Rotterdam. Las PCCC se comercializan principalmente en las mezclas de PC, para las cuales no se aplica el procedimiento PIC. Un estudio reciente que evaluó las importaciones de PCCC y PCCM a Nigeria determinó que el mecanismo del Convenio de Rotterdam no se aplica actualmente a estos COP industriales y que requiere una mejora.⁷⁵

Se encuentra una sinergia clave entre los Convenios de Estocolmo y Basilea en la eliminación de los residuos COP. Se consideró la exportación de residuos COP (desde los países de renta baja y media hacia los países de renta alta con capacidad de destrucción) para lo cual las notificaciones y los informes nacionales sobre residuos, de acuerdo con el Convenio de Basilea,^{208, 209} deben controlarse previamente antes de que comiencen los traslados de residuos y para cada traslado de residuos.

199 <http://www.pic.int/Implementation/IndustrialChemicals/Globalindustrialchemicalsmanagementlandscape/tabid/1200/language/en-US/Default.aspx>

200 <http://www.pic.int/Implementation/IndustrialChemicals/Activities/PilotProjects/tabid/4699/language/en-US/Default.aspx>

201 <http://www.pic.int/Implementation/PICCircular/tabid/1168/language/en-US/Default.aspx>

202 <http://www.pic.int/Implementation/Pesticides/Pesticidesinformationdatabase/tabid/9454/language/en-US/Default.aspx>

203 <http://www.pic.int/TheConvention/Chemicals/AnnexIIIChecklist/tabid/1132/language/en-US/Default.aspx>

204 <http://www.pic.int/Procedures/ImportResponses/tabid/1162/language/en-US/Default.aspx>

205 <http://www.pic.int/Procedures/NotificationsofFinalRegulatoryActions/Database/tabid/1368/language/en-US/Default.aspx?tpl=std>

206 <http://www.pic.int/Implementation/FinalRegulatoryActions/FRAEvaluationToolkit/RiskEvaluationthatsatisfyAnnexII/ListofAnnexIInotifications/tabid/2582/language/en-US/Default.aspx>

207 <http://www.pic.int/Implementation/Pesticides/tabid/1359/language/en-US/Default.aspx>

208 <http://www.basel.int/Countries/ImportExportRestrictions/tabid/4835/Default.aspx>

209 <http://www.basel.int/Countries/NationalReporting/NationalReports/BC2020Reports/tabid/8989/Default.aspx>