

ISSN: 178-84-49-112386



9 788449 112386



CENTRO DE PUBLICACIONES  
Pº Infanta Isabel, 1 • 28014 Madrid

# COP

## Introducción al conocimiento y prevención de los Contaminantes Orgánicos Persistentes



# Introducción al conocimiento y prevención de los Contaminantes Orgánicos Persistentes



Madrid, 2012

**Coordinación técnica:**

Gloria del Cerro Martín

Subdirección General de Calidad del Aire y Medio Ambiente Industrial  
Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural

Josefa Diamantopoulos Fernández

TRAGSATEC - Gerencia de Biodiversidad

Irene Morell Rodríguez - TRAGSATEC - Gerencia de Biodiversidad

**Colaboración:**

M. Milagros Vega. ERA - Consult Evaluación del Riesgo Ambiental

Ana Isabel Sánchez Blanco. Centro Nacional de Referencia sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes - CNR COP

Juan José Vaquero López. Universidad de Alcalá – Departamento de Química Orgánica

**Dirección:**

Óscar González Sánchez

Ana García González

Subdirección General de Calidad del Aire y Medio Ambiente Industrial  
Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural



**MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE**

**Edita:**

© Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente  
Secretaría General Técnica  
Centro de Publicaciones

**Distribución y venta:**

Pº de la Infanta Isabel, 1  
28014 Madrid  
Teléfono: 91 347 55 41  
Fax: 91 347 57 22

**Maquetación, impresión y encuadernación:**

V.A. Impresores, S.A.

Tienda virtual: [www.magrama.es](http://www.magrama.es)  
[centropublicaciones@magrama.es](mailto:centropublicaciones@magrama.es)

NIPO: 280-12-206-9

ISBN: 978-84-491-1238-6

Depósito Legal: M-36877-2012

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:

<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

**Datos técnicos:** Formato: 17 x 24 cm. Caja de texto: 13,5 x 18,5 cm. Composición: una columna. Tipografía: Palatino con cuerpo 10,5. Papel: Interior en estucado con certificación FSC® de 115 g. Cubierta en Symbol Card de 300 g. con certificación FSC®. Tintas: 4/4 más barniz. Encuadernación: rústica.



El certificado FSC® (Forest Stewardship Council®) asegura que la fibra virgen utilizada en la fabricación de este papel procede de masas certificadas con las máximas garantías de una gestión forestal social y ambientalmente responsable y de otras fuentes controladas. Consumiendo papel FSC® promovemos la conservación de los bosques del planeta y su uso responsable.

# Índice

<b>Acrónimos</b> .....	<b>5</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>9</b>
<b>2. LOS CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES</b> .....	<b>11</b>
2.1. Características de los COP .....	<b>12</b>
2.1.1. Persistencia en el medio ambiente .....	13
2.1.2. Bioacumulación .....	13
2.1.3 Toxicidad .....	14
2.1.4 Transporte a larga distancia .....	15
2.2 Clasificación de las sustancias COP .....	<b>16</b>
2.2.1 Descripción y uso de los COP.....	18
<b>3. MARCO NORMATIVO DE LOS COP</b> .....	<b>25</b>
3.1. Ámbito Internacional.....	<b>25</b>
3.1.1. Convenio de Estocolmo .....	27
3.2. Ámbito Europeo .....	<b>29</b>
3.2.1. Reglamento (CE) N° 850/2004.....	29
3.3. Otra legislación relacionada con los COP.....	<b>30</b>
3.4. Plan Nacional de Aplicación.....	<b>34</b>
3.4.1. Red Nacional de Vigilancia Ambiental.....	34
3.4.2. Centro Nacional de Referencia sobre COP .....	35
<b>4. PREVENCIÓN FRENTE A LOS COP</b> .....	<b>37</b>
4.1. Identificación y localización de COP .....	<b>37</b>
4.1.1. Sustancias COP de uso fitosanitario y/o biocida .....	37
4.1.2. Sustancias COP de uso industrial .....	39
4.1.3. Sustancias COP que se emiten de forma no intencional .....	42
4.2. Acciones para la sustitución, reducción y eliminación de COP .....	<b>44</b>
4.2.1. Sustancias COP de uso fitosanitario y/o biocida .....	46
4.2.2. Sustancias COP de uso industrial .....	48
4.2.3. Sustancias COP que se emiten de forma no intencional .....	51
4.3. Cambio climático y COP .....	<b>53</b>
<b>5. REFERENCIAS</b> .....	<b>55</b>

## Índice de ilustraciones

<i>Ilustración 1.</i> Incendio forestal. Fuente natural de generación de COP .....	12
<i>Ilustración 2.</i> Biomagnificación de los PCB en las cadenas alimentarias .....	14
<i>Ilustración 3.</i> Transporte de COP a larga distancia.....	15
<i>Ilustración 4.</i> Principales procesos ambientales durante el transporte atmosférico a larga distancia de los COP .....	16
<i>Ilustración 5.</i> Trabajos agrícolas.....	17
<i>Ilustración 6.</i> Carcasas plásticas en residuos de ordenadores obsoletos .....	18
<i>Ilustración 7.</i> Artículos de pirotecnia .....	39
<i>Ilustración 8.</i> Retardantes de llama bromados en hogares .....	41
<i>Ilustración 9.</i> Preparación de fuego para cocinar a la parrilla.....	43
<i>Ilustración 10.</i> Electrodomésticos desechados incorrectamente .....	49
<i>Ilustración 11.</i> Representación de los factores clave que influyen el destino final de los COP en un escenario de cambio climático .....	53

## Índice de tablas

Tabla 1. Uso y marco normativo de los COP en el ámbito del Convenio y de la UE .....	23
Tabla 2. Acuerdos internacionales para la prevención de la contaminación y que incluyen, de forma indirecta, sustancias COP antes de la firma del Convenio de Estocolmo .....	25
Tabla 3. Clasificación de las sustancias según los anexos del Convenio y el año en el que se incorporaron .....	28
Tabla 4. Legislación europea y nacional de aplicación en España relacionada con COP.....	31

## *Acrónimos*

BREF	Documentos de referencia sobre mejores técnicas disponibles elaborados por la Comisión Europea
CE	Comunidad Europea
CEC	Comisión para la Cooperación ambiental – del inglés <i>Commission for the Environmental Cooperation</i>
CEE	Comunidad Económica Europea
CIEMAT	Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
CLRTAP	Convenio sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Gran Distancia
CNR COP	Centro Nacional de Referencia sobre COP
C-OctaBDE	Mezcla comercial de éter de octabromodifenilo
COP/POPs	Contaminantes Orgánicos Persistentes – del inglés <i>Persistent Organic Pollutants</i>
C-PentaBDE	Mezcla comercial de éter de pentabromodifenilo
CPRAC	Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia - del inglés <i>Clean Production Regional Activity Center</i>
CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
DDT	1,1,1-Tricloro-2,2-bis(4-clorofenil)etano, denominado Diclorodifeniltricloroetano
DEI	Directiva 2010/75/UE sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación)
EFSA	Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria - del inglés <i>European Food Safety Authority</i>
EMAS	Reglamento Comunitario de Eco-Gestión y Auditoría - del inglés <i>Eco-Management and Audit Scheme</i>
GMP	Plan de Vigilancia Mundial para COP- del inglés <i>Global Monitoring Plan</i>
HAP	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos
HBB	Hexabromobifenilo

HCB	Hexaclorobenceno
HCBD	Hexaclorobutadieno
HCH	Hexaclorociclohexano o Hexaclorociclohexanos ya que existen varios isómeros: alfa-HCH, beta-HCH o gamma-HCH (Lindano), entre otros
HeptaBDE	Éter de heptabromodifenilo - del inglés <i>Heptabromodiphenyl ether</i>
HexaBDE	Éter de hexabromodifenilo - del inglés <i>Hexabromodiphenyl ether</i>
IPPC	Directiva 2008/1/CE relativa a la prevención y al control integrado de la contaminación – del inglés <i>Integrated Pollution Prevention Control</i>
ISO 14001	Norma ISO 14000, estándar internacional para la Certificación de Sistemas de Gestión Ambiental
MAGRAMA	Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
MPA	Mejores Prácticas Ambientales
MTD	Mejores Técnicas Disponibles
Nº CAS	Chemical Abstracts Service registry number
OctaBDE	Éter de octabromodifenilo - del inglés <i>Octabromodiphenyl ether</i>
OCU	Organización de Consumidores y Usuarios
OMS	Organización Mundial de la Salud
OSPAR	Convenio de Oslo y París 1992, denominado Comisión OSPAR para la conservación del Atlántico Noreste
PBDE	Éteres de polibromodifenilo, familia que incluye varias sustancias químicas, entre otros isómeros: TetraBDE (BDE-47), PentaBDE (BDE-99), HexaBDE (128-269BDE) y HeptaBDE (170-193BDE), comúnmente denominados retardantes de llama bromados
PBT	Persistente, bioacumulable y tóxica
PCB	Bifenilos policlorados – del inglés <i>Polychlorinated Biphenyls</i>
PCCC	Parafinas cloradas de cadena corta
PCDD	Dibenzo- <i>p</i> -dioxinas policloradas – del inglés <i>Polychlorinated Dibenzodioxins</i> , comúnmente denominadas Dioxinas
PCDF	Dibenzofuranos policlorados– del inglés <i>Polychlorinated Dibenzofurans</i> , comúnmente denominados Furanos
PCN	Naftalenos policlorados - del inglés <i>Polychlorinated Naphtalenes</i>
PeCB	Pentaclorobenceno



PentaBDE	Éter de pentabromodifenilo – del inglés <i>Pentabromodiphenyl ether</i>
PFOS	Ácido perfluorooctano sulfónico – del inglés <i>Perfluorooctane sulphonic acid</i>
PNA	Plan Nacional de Aplicación
PNUMA/UNEP	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – del inglés <i>United Nations Environment Programme</i>
POPRC	Comité de revisión de COP – del inglés <i>POPs Review Committee</i>
PRTR	Referido al Reglamento (CE) N° 166/2006 sobre Registro Europeo de Emisiones y Transferencias de Contaminantes - del inglés <i>Pollutant Release and Transfer Register</i>
REACH	Reglamento (CE) N° 1907/2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos- del inglés <i>Regulation on Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals</i>
TetraBDE	Éter de tetrabromodifenilo – del inglés <i>Tetrabromodiphenyl ether</i>
UE	Unión Europea







## 1. *Introducción*

En los años 50 el uso indiscriminado de sustancias químicas desconocidas en el combate de plagas y su relación con la reducción en el número de aves, hecho denunciado en el libro de Rachel Carson “Primavera Silenciosa” (1962), dio origen a un movimiento social ecológico que reaccionaba ante posibles efectos perjudiciales sobre el medio ambiente y la salud humana. Tras numerosas evidencias científicas, se puso de manifiesto la peligrosidad de algunas de estas sustancias, denominadas Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), promoviéndose actuaciones políticas en el ámbito internacional para controlar su creciente producción, comercialización, uso, distribución y para gestionar de forma adecuada su eliminación.

Entre otros instrumentos jurídicos mundiales, el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes se adoptó en 2001 con el objetivo de reducir y eliminar en un primer momento 12 sustancias COP. Con el paso del tiempo, el número de sustancias, de aplicaciones y fuentes diversas incluidas en el Convenio ha ido aumentando.

El objetivo de la presente publicación es informar al ciudadano sobre la existencia y el uso de estas sustancias químicas así como recomendar una serie de prácticas sencillas para fomentar su gestión adecuada y evitar la expansión de los COP en nuestro entorno.





## 2. Los Contaminantes Orgánicos Persistentes

Los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), conocidos internacionalmente por su acrónimo inglés POPs (*Persistent Organic Pollutants*), son en su mayoría compuestos organoclorados que han sido utilizados en diversas aplicaciones, tanto industriales como agrícolas. Entre ellos se encuentran biocidas como el Hexaclorociclohexano (HCH), sustancias químicas de origen industrial como los Bifenilos policlorados (PCB) y otras sustancias cuyo origen está en los procesos de combustión, natural y/o antropogénica, como las Dioxinas, Furanos e Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP).

Muchos COP fueron ampliamente utilizados durante el auge del desarrollo y producción industrial acontecido tras la Segunda Guerra Mundial, cuando se comercializaron miles de sustancias sintéticas. A pesar de que estas sustancias han demostrado ser eficaces en el control de plagas y de vectores de enfermedades como la malaria, así como en ciertas aplicaciones industriales, posteriormente se ha visto que también poseen propiedades peligrosas para el medio ambiente y la salud humana.

Los COP son sustancias químicas que poseen una capacidad de biodegradación muy baja, lo que las hace muy persistentes en el medio ambiente.

Los lugares de liberación de estas sustancias se sitúan principalmente en áreas industrializadas del planeta: Europa, Norteamérica y algunas zonas de Asia. Sin embargo, en muchos casos, además de poco degradables también son volátiles, de manera que tienen la capacidad potencial para trasladarse a larga distancia, apareciendo en regiones en las que nunca se han utilizado ni producido. Se han encontrado prácticamente en cualquier parte del planeta, incluso en los casquetes polares, o en islas remotas del Pacífico.

El transporte de los COP depende de la temperatura, ya que se volatilizan en lugares cálidos y son transportados por las corrientes atmosféricas junto con las partículas de polvo para ser depositados en lugares más fríos, en donde pueden sufrir el mismo proceso. Esto propicia que los contaminantes se alejen de sus fuentes de emisión, generalmente del ecuador hacia los polos terrestres o áreas montañosas, lugares que pueden ser considerados zonas sumidero.

Como sustancias orgánicas, los COP presentan propiedades de bioacumulación en los seres vivos, lo cual, junto a su poca biodegradabilidad, hace que puedan concentrarse a medida que los organismos se consumen unos a otros a lo largo de la cadena alimentaria, pudiendo alcanzar en los grandes depredadores concentraciones

muy superiores respecto a las que tendrían en los organismos inferiores, dando lugar a su vez a procesos de biomagnificación.

Esto puede comprobarse en peces, aves, mamíferos, e incluso en seres humanos. Debido a la tendencia de acumulación de estos contaminantes en las capas de tejido graso, los animales con este sistema de aislamiento natural contra las bajas temperaturas que habitan zonas frías y sumidero tienen un mayor riesgo de acumular concentraciones superiores de estos contaminantes.

Aunque existen algunas fuentes naturales de COP, como los incendios forestales o las erupciones volcánicas, la mayor parte de los COP deben su origen a actividades humanas asociadas con la industria química y los procesos industriales.



*Ilustración 1. Incendio forestal. Fuente natural de generación de COP*

Algunos de estos compuestos son plaguicidas conocidos y se han utilizado ampliamente durante mucho tiempo. Otro grupo importante lo forman sustancias que se han empleado como aditivos o auxiliares en variadas aplicaciones industriales, mientras que un tercer grupo se generan como emisiones no intencionales en procesos de combustión, quema de basura, o incluso calefacción doméstica.

## **2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS COP**

En el ámbito internacional se han establecido un conjunto de características determinadas por las que una sustancia puede ser reconocida como COP.

Las características que, al mismo tiempo, poseen estos contaminantes orgánicos son las siguientes:



1. Persistencia,
2. Bioacumulación,
3. Toxicidad y
4. Capacidad para ser transportados a larga distancia hasta regiones donde nunca fueron utilizados ni producidos.

Para cada una de estas características se han establecido en convenios internacionales medioambientales criterios y procedimientos que ayudan a identificarlas con precisión.

### **2.1.1. Persistencia en el medio ambiente**

Se trata de la capacidad que poseen ciertas sustancias de resistir a la degradación fotolítica, biológica y química, permaneciendo en el medio ambiente y/o en el interior de los organismos vivos sin descomponerse o metabolizarse durante largos períodos de tiempo, pudiendo llegar a años o décadas en el caso de algunos productos fitosanitarios en suelos y pudiendo también transmitirse a la descendencia.

*✓ El criterio de persistencia establecido en el Convenio de Estocolmo se basa en la permanencia de la sustancia en agua, suelo, sedimentos o aire por encima de un tiempo determinado.*

### **2.1.2. Bioacumulación**

La bioacumulación es la acumulación de sustancias químicas en organismos en mayor concentración que en el medio ambiente que les rodea. Como los COP son compuestos orgánicos lipofílicos (solubilidad baja en agua y elevada en grasas) se bioacumulan en el tejido adiposo principalmente, donde suelen encontrarse en mayor concentración. Muchas de estas sustancias son difíciles de metabolizar y se biomagnifican, lo que quiere decir que la concentración en los organismos aumenta según se asciende en la cadena alimentaria.

*✓ El criterio de bioacumulación establecido en el Convenio de Estocolmo se basa en la superación de unos umbrales de bioconcentración o bioacumulación preocupantes para las especies y en la toxicidad o ecotoxicidad de la sustancia.*

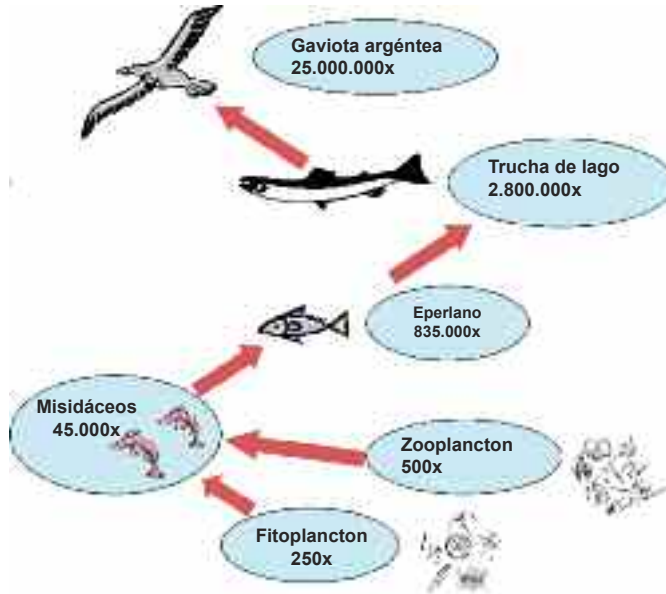


Ilustración 2. Biomagnificación de los PCB en las cadenas alimentarias. Adaptado de "Theo Colborn, John Peterson Myers y Dianne Dumanoski, Nuestro futuro robado. Madrid. Ed. Ecoespaña. 1997"

### 2.1.3. Toxicidad

Es la capacidad de una sustancia de causar efectos adversos sobre la salud y/o el medio ambiente. Hay datos que asocian la presencia de COP con efectos negativos en la salud y con algunas enfermedades. Normalmente para determinar la toxicidad de una sustancia se investigan parámetros como la dosis y el tipo de exposición. Sin embargo, como los COP son compuestos que suelen aparecer en muestras de tejido o en el medio ambiente con concentraciones de fondo bajas y combinados con otro tipo de sustancias, resulta difícil establecer la verdadera causa de síntomas o afecciones, sobre todo teniendo en cuenta que, en muchos casos, la exposición a estos compuestos es crónica.

Los efectos de los COP pueden desencadenarse a bajas concentraciones y presentarse tras varios años de la exposición hasta en las generaciones siguientes. Esto hace que su diagnóstico sea difícil de realizar y dificulta la evaluación de los problemas potenciales medioambientales, aunque en los últimos años numerosos estudios científicos han atribuido la relación causa-efecto a sustancias COP específicas.

Algunos de los efectos que se relacionan con la exposición a COP pueden incluir daños en el sistema nervioso central, endocrino o reproductivo, así como malforma-



ciones fetales, trastornos del comportamiento, diabetes, reducción del período de lactancia y carcinogénesis.

✓ *El criterio de toxicidad establecido en el Convenio de Estocolmo se basa en la producción de efectos adversos en la salud humana o el medio ambiente y en datos de toxicidad y/o ecotoxicidad que indiquen el potencial de daño.*

#### 2.1.4. Transporte a larga distancia

Los COP tienen un carácter semivolátil, y esta propiedad les permite adoptar la forma de vapor o presentarse adsorbidos sobre partículas atmosféricas y propagarse fácilmente a largas distancias a través del aire, el agua o acumuladas en el organismo de algunas especies migratorias antes de depositarse nuevamente.

Así pues, estas sustancias pueden volatilizarse en las regiones cálidas y condensarse en las regiones frías, encontrándose distribuidas por todo el planeta incluso en alta mar, desiertos, el Ártico y el Antártico. Por su persistencia, pueden ser depositadas y volver a volatilizarse en ciclos sucesivos en función de las temperaturas ambientales, produciéndose lo que se conoce como “efecto saltamontes” o “grasshopping”.



Ilustración 3. Transporte de COP a larga distancia. Adaptado de "Frank Wania y Donald Mackay. Tracking the distribution of Persistent Organic Pollutants. Environmental Science and Technology, vol. 30, N° 9, 1996"



✓ El criterio de potencial de transporte a larga distancia en el medio ambiente establecido en el Convenio de Estocolmo se basa en la detección de las sustancias en lugares alejados de la fuente de liberación y en la comprobación de que el transporte puede haber ocurrido por medio del aire, agua o especies migratorias.

La peligrosidad asociada a la exposición a estas sustancias también dependerá de su destino en el medio ambiente. Además, las sustancias que migren principalmente por el aire deben tener una persistencia en el mismo superior a dos días. Los modelos de simulación son una herramienta importante para determinar y entender los mecanismos de este potencial de transporte a larga distancia.

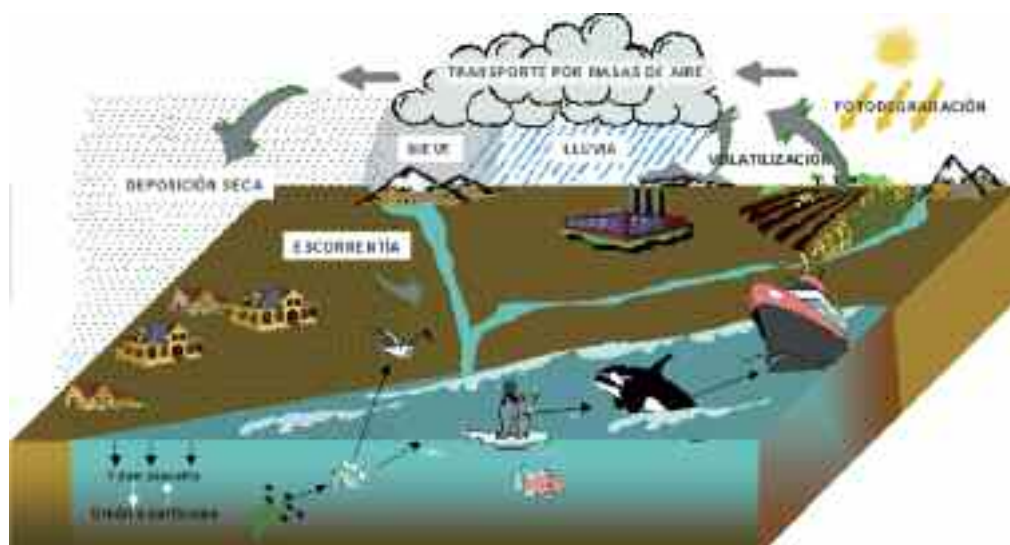


Ilustración 4. Principales procesos ambientales durante el transporte atmosférico a larga distancia de los COP

## 2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS SUSTANCIAS COP

Los primeros 12 COP que se regularon en el ámbito internacional de forma expresa son conocidos como "la docena sucia", del término en inglés "dirty dozen", y fueron los que se incluyeron en el Convenio de Estocolmo cuando se firmó en 2001. Posteriormente se han ido incluyendo otras sustancias tanto en el Convenio de Estocolmo como en el Reglamento (CE) N° 850/2004, el cual incorpora a la legislación europea los compromisos establecidos en el Convenio de Estocolmo y en el Protocolo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes adoptado en Aarhus (Dinamarca) en 1998.

Como se ha explicado anteriormente, los COP pueden dividirse por su origen y su uso en tres grupos:

- 1) Sustancias COP en productos de uso fitosanitario y/o biocida.
- 2) Sustancias COP en productos de uso industrial.
- 3) Sustancias COP que se emiten de forma no intencional en procesos.

Hay sustancias que pueden estar incluidas dentro de los tres grupos debido a que se han utilizado con diversas finalidades, como por ejemplo los PCB, que además de su uso industrial aparecen en emisiones no intencionales de combustión y de procesos industriales, o el HCB, utilizado en el pasado como biocida, producto fitosanitario, en aplicaciones industriales y liberado de manera no intencional en ciertos procesos.

En general, con ciertas excepciones, los COP, sus productos y los artículos que los contienen, tienen prohibida la producción y el uso en España.

- 1) Sustancias COP en productos de uso fitosanitario y/o biocida:** Existen sustancias COP que han sido utilizadas como fitosanitario y/o biocida para combatir diversos tipos de plagas. Los productos fitosanitarios son mezclas químicas que contienen una o varias sustancias activas y otros ingredientes, y cuyo objetivo es proteger los vegetales y sus productos de organismos nocivos. También se consideran productos fitosanitarios a las sustancias que destruyen aquellas plantas consideradas nocivas y que regulan o inhiben su germinación. El objetivo es aumentar los rendimientos en la agricultura y asegurar la salubridad en los alimentos producidos. Al mismo tiempo, su utilización puede entrañar riesgos para los seres vivos y el medio ambiente.



*Ilustración 5. Trabajos agrícolas*

Los biocidas son productos de uso no agrícola y se emplean para diferentes cometidos como, por ejemplo, la protección de la madera o la desinfección in-

dustrial. Se trata de sustancias o microorganismos cuyo objetivo es destruir, contrarrestar, neutralizar, impedir la acción o ejercer un control sobre cualquier organismo nocivo por medios químicos o biológicos. Se incluyen bajo esta denominación ciertos desinfectantes utilizados en los ámbitos de la vida privada y de la salud pública, como insecticidas, acaricidas, rodenticidas, repelentes, conservantes, etc.

Tanto los fitosanitarios como los biocidas son productos comúnmente denominados plaguicidas o pesticidas.

## 2) Sustancias COP en productos de uso industrial:

Ciertos COP poseen propiedades de aislamiento, resistencia al fuego y estabilidad que fueron muy apreciadas en la fabricación de una amplia gama de productos de diferentes sectores industriales y productos comerciales. Los ejemplos más característicos son la utilización como fluidos refrigerantes en transformadores o su uso como retardantes de llama en tapicerías y/o aparatos eléctricos y electrónicos como, por ejemplo, en carcasas de ordenadores. Estas propiedades contribuyeron a un uso industrial extenso y, a la vez, a una permanencia preocupante en el medio ambiente, detectándose, en ocasiones, elevadas concentraciones de los mismos.



*Ilustración 6. Carcasas plásticas en residuos de ordenadores obsoletos*

en carcasas de ordenadores. Estas propiedades contribuyeron a un uso industrial extenso y, a la vez, a una permanencia preocupante en el medio ambiente, detectándose, en ocasiones, elevadas concentraciones de los mismos.

- ## 3) Sustancias COP que se emiten de forma no intencional en procesos:
- Se trata de contaminantes que se originan y liberan principalmente en el transcurso de procesos térmicos con presencia de materia orgánica y cloro. No hay intención de producción ni de utilización comercial y en muchos casos proceden de fuentes difusas.

### 2.2.1. Descripción y uso de los COP

#### 1. Sustancias COP de uso fitosanitario y/o biocida:

**Aldrina.** Plaguicida utilizado en la lucha contra los insectos del suelo como las termitas, saltamontes, gusano de la raíz del maíz y otras plagas agrícolas.



**Clordano.** Utilizado en la lucha contra las termitas y como insecticida de amplio espectro en una serie de cultivos agrícolas.

**Diclorodifeniltricloroetano - DDT.** Tal vez el más conocido de los contaminantes orgánicos persistentes, el DDT, se utilizó ampliamente durante la Segunda Guerra Mundial para proteger a los soldados y civiles del paludismo, el tifus y otras enfermedades propagadas por los insectos. En muchos países (generalmente países en vías de desarrollo) se continúa empleando DDT para luchar contra el paludismo en espacios interiores.

Este uso está permitido dentro del Convenio ya que hasta la fecha no se han encontrado alternativas al DDT económicamente viables para la lucha contra la malaria.

**Dieldrina.** Empleado contra las termitas y las plagas que atacan a los textiles. También se ha usado para combatir los insectos que viven en suelos agrícolas y las enfermedades propagadas por insectos de diversos tipos.

**Endrina.** Este insecticida se utilizaba para fumigar las hojas de algunos cultivos como el algodón y los cereales. También se ha usado como rodenticida en la lucha contra, por ejemplo, ratones, campañoles y topillos.

**Heptacloro.** Usado para eliminar insectos del suelo y termitas. Se ha empleado fundamentalmente para combatir los insectos del algodón, saltamontes, otras plagas de cultivos y los mosquitos vectores del paludismo.

**Hexaclorobenceno - HCB.** Utilizado contra los hongos que afectan a los cultivos alimentarios. Es también un producto secundario de la fabricación de determinados productos químicos industriales y existe como impureza en los procesos que generan Dioxinas y Furanos.

**Mirex.** Este insecticida se utilizó principalmente para combatir las hormigas rojas, y se ha empleado contra otros tipos de hormigas y termitas. Se ha utilizado también como retardante de llama en plásticos, caucho y aparatos eléctricos y electrónicos.

**Toxafeno.** Este insecticida, también llamado canfecloro, se ha empleado en los cultivos de algodón, cereales, frutas, nueces y hortalizas así como para luchar contra las garrapatas y los ácaros del ganado.

**Lindano o Gamma-hexaclorociclohexano -  $\gamma$ HCH.** Se ha utilizado como insecticida de amplio espectro para el tratamiento de semillas y suelos, aplicaciones foliares, tratamiento de árboles y maderas y contra ectoparásitos, tanto en aplicaciones veterinarias como humanas. En algunos países, no pertenecientes a la UE, aún se utiliza como producto farmacéutico para combatir la pediculosis y la sarna.

**Alfa-hexaclorociclohexano y Beta-hexaclorociclohexano – HCH.** Son los dos isómeros mayoritarios generados durante la producción de Lindano. Aunque también fueron utilizados como insecticidas, su uso fue muy limitado debido a su baja efectividad y su principal vía de entrada al medio fue la derivada del proceso de producción de Lindano.

**Clordecona.** Es un compuesto clorado sintético, utilizado principalmente como plaguicida agrícola, producido y comercializado en los años 50. Escasea la información sobre su utilización o producción debido a que hace tiempo muchos países prohibieron su venta y uso.

**Endosulfán.** Es un insecticida de amplio espectro utilizado para el control de plagas en cultivos muy diversos (arroz, café, soja, etc.). Se comercializaba desde mediados de los años 50, pero actualmente está prohibido en España y en al menos 60 países habiendo sido reemplazado. Sin embargo, todavía se utiliza en diferentes regiones del mundo. Se produce y utiliza en países como Brasil, China o India. Hay que tener en cuenta que esta sustancia ha sido la última en incluirse en el Convenio de Estocolmo en 2011, por lo que su uso y producción empezarán a sufrir una disminución de manera progresiva.

## 2. Sustancias COP de uso industrial:

**Hexabromobifenilo – HBB.** Se ha utilizado como retardante de llama, principalmente en los años 70. Según la información disponible, el Hexabromobifenilo ya no se produce ni se utiliza en la mayoría de la UE debido a restricciones establecidas por reglamentaciones comunitarias e internacionales.

**Bifenilos policlorados - PCB.** Estos compuestos se han utilizado intensamente en la industria como fluidos de intercambio térmico, en transformadores y condensadores eléctricos y como aditivos en pinturas, papel autocopiante, materiales sellantes y plásticos.

Además de su uso industrial, los PCB pueden ser liberados al medio ambiente de forma no intencional por procesos industriales de combustión.

**Éter de tetrabromodifenilo - TetraBDE - y éter de pentabromodifenilo - PentaBDE.** Estas sustancias son los componentes principales de la mezcla comercial de éter de pentabromodifenilo (C-PentaBDE). Inhiben o impiden la combustión de materiales orgánicos y por ello se empleaban como aditivos retardantes de llama o pirorretardantes asociados a compuestos como el poliuretano utilizado en la tapicería de los automóviles. La producción de éteres de tetra- y pentabromodifenilo ha cesado en ciertas regiones del mundo, por ejemplo en la UE.



**Éter de hexabromodifenilo - HexaBDE - y éter de heptabromodifenilo - HeptaBDE.** Estas sustancias son los componentes principales de la mezcla comercial de éter de octabromodifenilo (C-OctaBDE). Estos compuestos bromados sintéticos se utilizaban principalmente como aditivos retardantes de llama en plásticos, componentes de las carcasas de ordenadores, impresoras, fotocopiadoras, etc. Entre los compuestos y productos que los contienen figuran el nailon, el polietileno de baja densidad, el policarbonato, las resinas de fenol-formaldehído y los poliésteres no saturados, los adhesivos y los revestimientos.

**Ácido perfluorooctano sulfónico - PFOS -, sus sales y fluoruro de perfluorooctano sulfonilo.** El PFOS se produce tanto intencional como no intencionalmente como resultado de la degradación de productos químicos antropogénicos relacionados. El PFOS está presente en partes eléctricas y electrónicas, espumas contra incendio, en fotografía y fotolitografía, fluidos hidráulicos para la aviación y en tratamiento de textiles. Aún se produce en varios países y su uso es todavía significativo.

**Cloroalcanos de cadena corta (C<sub>10</sub>-C<sub>13</sub>),** también denominados Parafinas Cloradas de Cadena Corta - PCCC. Son una mezcla compleja de hidrocarburos que tienen entre 10 y 13 átomos de carbono. Son un grupo de compuestos sintéticos utilizados principalmente como fluidos para el trabajo con metales, líquidos de obturación, retardantes de llama en gomas y textiles, en el tratamiento del cuero y en pinturas y revestimientos. Su empleo para extraer la grasa de cuero en los procesos de curtido se prohibió en enero de 2004 por la UE.

La venta en el mercado y la utilización de PCCC se han restringido en los últimos años en la UE, aunque todavía existen dos usos permitidos en relación con las cintas transportadoras de la industria minera y en materiales sellantes para diques.

**Hexaclorobutadieno - HCBd.** Fue usado principalmente como un agente químico, en la recuperación de cloro y en la fabricación de lubricantes y compuestos de goma. En algunas partes del mundo se emplea de forma limitada como plaguicida agrícola. Actualmente, el único foco de contaminación surge de los procesos industriales en los que se genera como un subproducto no deseado de la combustión destinada a la producción de calor y energía, en el uso de disolventes y por la incineración de desechos.

**Naftalenos policlorados - PCN.** Se utilizaban principalmente para la conservación de la madera, como aditivos para pinturas y aceites de motor, para el aislamiento de cables y en condensadores. La producción de Naftalenos policlorados ha cesado en Europa y en América del Norte y las emisiones actuales probablemente están ocasionadas en su mayor parte por la liberación no intencional como subproducto no deseado en los mismos procesos que el HCBd. Queda por confirmar su presencia no intencional en formulaciones técnicas de Bifenilos policlorados.

### 3. Sustancias COP que se emiten de forma no intencional:

**Dioxinas - PCDD.** Estas sustancias se generan de manera no intencional en ciertas condiciones de combustión térmica, sobre todo cuando esta es incompleta, así como durante la fabricación de algunos plaguicidas y otros productos químicos. Algunos tipos de reciclado de metales, procesos de la industria siderúrgica y blanqueo de pulpa y de papel también pueden generar Dioxinas. Asimismo se han encontrado en las emisiones difusas de la combustión de turba y carbón de leña.

**Furanos - PCDF.** Estos compuestos son similares a las Dioxinas y se producen de forma no intencionada a partir de los mismos procesos en que éstas se generan.

**Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos - HAP.** Se encuentran de forma natural en el petróleo, el carbón, depósitos de alquitrán y pueden liberarse tras la utilización de estos y otros combustibles, ya sean fósiles o biomasa, y en incendios forestales.

**Pentaclorobenceno - PeCB.** Antiguo plaguicida que también se utilizaba en combinación con los PCB en fluidos dieléctricos, en aceleradores de la tinción, como fungicida y como retardante de llama. Se produce de forma no intencional durante procesos de combustión, procesos térmicos e industriales, y está presente en forma de impurezas en productos tales como disolventes o plaguicidas.

Tabla 1. Uso y marco normativo de los COP en el ámbito del Convenio y de la UE

COP y otras sustancias consideradas	N° CAS *	Origen y uso	Convenio de Estocolmo	Reglamento (CE) N° 850/2004
Aldrina	309-00-2	fitosanitario y/o biocida	X	X
Bifenilos policlorados/ Policlorobifenilos (PCB)	1336-36-3	industrial	X	X
		no intencional		
Clordano	57-74-9	fitosanitario y/o biocida	X	X
Clordecona	143-50-0	fitosanitario y/o biocida	X	X
Cloroalcanos de Cadena Corta (PCCC C10-C13)	85535	industrial		X
Dibenzo- <i>p</i> -dioxinas policloradas y dibenzofuranos (PCDD/PCDF Dioxinas y Furanos)		no intencional	X	X
DDT	50-29-3	fitosanitario y/o biocida	X	X
Dieldrina	60-57-1	fitosanitario y/o biocida	X	X
Endrina	72-20-8	fitosanitario y/o biocida	X	X
Heptacloro	76-44-8	fitosanitario y/o biocida	X	X
Hexabromobifenilo	36355-01-8	industrial	X	X
Hexaclorobenceno (HCB)	118-74-1	fitosanitario y/o biocida	X	X
		industrial		
		no intencional		
Hexaclorobutadieno (HCBD)	87-68-3	fitosanitario y/o biocida		X
		industrial		
		no intencional		
Hexaclorociclohexanos (HCH - incluido Lindano)	608-73-1	fitosanitario y/o biocida	X	X
		industrial		
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)		no intencional		X
Endosulfán	115-29-7	fitosanitario y/o biocida	X	X



Tabla 1. (Continuación)

COP y otras sustancias consideradas	Nº CAS *	Origen y uso	Convenio de Estocolmo	Reglamento (CE) Nº 850/2004
Éter de heptabromodifenilo (entre BDE-170 y BDE-193)	68928-80-3	industrial	X	X
Éter de hexabromodifenilo (entre BDE-128 y BDE-169)	36483-60-0	industrial	X	X
Éter de pentabromodifenilo (BDE-99)	32534-81-9	industrial	X	X
Éter de tetrabromodifenilo (BDE-47)	40088-47-9	industrial	X	X
Mírex	2385-85-5	fitosanitario y/o biocida	X	X
Naftalenos policlorados (PCN)		industrial		X
Pentaclorobenceno (PeCB)	608-93-5	fitosanitario y/o biocida	X	X
		industrial		
		no intencional		
Ácido perfluorooctano sulfónico (PFOS)	1763-23-1	industrial	X	X
Toxafeno	8001-35-2	fitosanitario y/o biocida	X	X

\* Nº CAS. Código internacional de identificación de sustancias. Ciertos COP pueden agruparse en una familia de compuestos químicos similares con diversos Nº CAS además del expresado en la tabla.



### 3. Marco normativo de los COP

Los COP son sustancias químicas peligrosas que pueden provocar graves daños sobre la salud humana y el medio ambiente. Han sido producidos en grandes cantidades y usados, emitidos y distribuidos por todo el planeta. Con el objetivo de eliminar o, en su caso, minimizar hasta donde sea posible la presencia de estos contaminantes en el medio ambiente, se ha creado un marco normativo tanto mundial, como europeo y nacional, que se complementan entre sí, fijando los principios sobre los que trabajar y las metas a alcanzar en la lucha contra los COP.

A continuación se exponen las principales medidas de control y gestión que se han desarrollado para eliminar y/o reducir los COP en los distintos ámbitos.

#### 3.1. ÁMBITO INTERNACIONAL

Desde la creación, en 1972, del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) como principal autoridad mundial en el área ambiental, se han ido desarrollando diferentes instrumentos internacionales para combatir los efectos perjudiciales de las sustancias químicas.

La tabla 2 refleja los principales acuerdos relacionados con los COP previos a la firma del Convenio de Estocolmo.

Tabla 2. Acuerdos internacionales para la prevención de la contaminación y que incluyen, de forma indirecta, sustancias COP antes de la firma del Convenio de Estocolmo

AÑO	ACUERDO	OBJETIVO
1972	Convenio de Londres sobre la prevención de la contaminación del mar por vertido de desechos y otras materias.	Promover el control efectivo de todas las fuentes de contaminación del medio marino y la adopción de todas las medidas posibles para impedir la contaminación del mar por el vertido de desechos y otras materias.
1975	Convenio de Barcelona para la protección del Mar Mediterráneo.	Control y evaluación de la contaminación marina y la protección del medio ambiente marino y sus zonas costeras mediante la prevención y la reducción de la contaminación tanto de fuentes terrestres como marinas.

Tabla 2. (Continuación)

AÑO	ACUERDO	OBJETIVO
1979	Convenio sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Gran Distancia (CLRTAP).	Dentro de este Convenio se adoptó el Protocolo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes adoptado en Aarhus (Dinamarca) en 1998. El objetivo final es eliminar todos los vertidos, emisiones y pérdidas de COP. Se centra en 16 sustancias que incluyen once pesticidas, dos sustancias de uso industrial y tres COP no intencionales.
1985	Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas.	Regulación de las exportaciones e importaciones de plaguicidas y su uso seguro.
1989	Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación.	Controlar las exportaciones e importaciones de residuos peligrosos y su eliminación, así como reducir el volumen de los intercambios de los mismos. Entre los residuos considerados se encuentran los que contienen COP.
1991	Programa de Vigilancia y Evaluación del Ártico.	Proporcionar información científica fiable y suficiente sobre la situación y las amenazas al medioambiente ártico, así como proporcionar consejo científico sobre las acciones que se lleven a cabo para apoyar a los gobiernos del ártico en sus esfuerzos para ejecutar acciones curativas o preventivas con respecto a las sustancias contaminantes.
1992	Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro.	Coordinación optimizada y cooperación ampliada de las actividades internacionales sobre seguridad química y la creación de un mecanismo intergubernamental destinado a la evaluación y la gestión del riesgo de las sustancias químicas. Como consecuencia se creó el Foro Intergubernamental sobre Seguridad Química.
1992	Convenio OSPAR para la Protección del Medio Marino del Atlántico Nororiental.	Prevenir y suprimir la contaminación, así como adoptar las medidas necesarias para proteger esta zona Atlántica. Una de sus seis Estrategias, la de Sustancias Peligrosas, tiene como objetivo el cese de las descargas, emisiones y pérdidas de sustancias peligrosas para el año 2020, entre las que se incluyen las sustancias persistentes, tóxicas y susceptibles de bioacumulación (PBT).
1995	Declaración de Washington sobre la Protección del Medio Ambiente Marino de las Actividades Terrestres.	Proteger y preservar el medio marino de los efectos de las actividades terrestres.
1998	Convenio de Rotterdam sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamental Previo aplicable a ciertos Plaguicidas y Productos químicos peligrosos objeto de Comercio Internacional.	Regular las importaciones y exportaciones de determinados productos químicos y plaguicidas peligrosos.



Para obtener más información relativa a los Acuerdos Multilaterales Ambientales puede consultarse la siguiente página:  
<http://www.informea.org/treaties>

### 3.1.1. *Convenio de Estocolmo*

El Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes del PNUMA es el principal acuerdo internacional establecido para controlar estas sustancias. Se firmó en 2001 y entró en vigor el 17 de mayo de 2004. Actualmente 178 países (Partes) han suscrito el Convenio. España lo ratificó el 28 de mayo de 2004, entrando en vigor el 26 de agosto del mismo año.

La finalidad del Convenio es proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los COP. Para dar cumplimiento a este objetivo, establece medidas para eliminar y, cuando ello no sea posible, reducir las emisiones y liberaciones de estos contaminantes, entre las que destacan:

- Eliminar hasta donde sea posible las liberaciones de COP. Prohibir la producción, exportación, importación y el uso de los COP de producción intencional (sustancias incluidas en el anexo A del Convenio). Restringir asimismo la producción y utilización de las sustancias incluidas en el anexo B del Convenio, como es el caso del DDT, cuya utilización y producción están prohibidas salvo en aquellos países que notifiquen su uso en relación con el control de los vectores de transmisión de enfermedades, y siempre bajo las recomendaciones y las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Reducir progresivamente las emisiones de los COP generadas de forma no intencional (sustancias incluidas en el anexo C del Convenio).
- Fomentar el tránsito a alternativas más seguras con apoyo a la investigación. Sustitución de las sustancias químicas peligrosas, con características COP en este caso, por otras exentas de riesgo o menos peligrosas.
- Abrir las puertas a la inclusión de nuevos COP. Además de los COP contemplados actualmente en el Convenio, pueden existir otras sustancias con características similares aún no incluidas, por lo que se crea el comité de revisión POPRC, que evalúa para su inclusión nuevas sustancias de acuerdo con la información científica y técnica disponible. Algunas sustancias que se están considerando son: Hexabromociclododecano, Parafinas cloradas de cadena corta, Naftalenos policlorados, Hexaclorobutadieno y Pentaclorofenol.
- Determinar las existencias y los residuos que contienen COP para gestionarlos de manera eficaz y ambientalmente racional, eliminando su contenido en COP

hasta donde sea posible. Asimismo, se prevé la identificación y la recuperación ambiental de los emplazamientos contaminados.

- Promover el intercambio de información, la sensibilización y la educación para que todos los ciudadanos tengan conciencia del peligro real que suponen los COP.

El Convenio tiene una Secretaría con sede en Ginebra. Según el Convenio, cada Parte designará un “Centro Nacional de Coordinación” para el intercambio de información que promoverá la sensibilización y formación para el público, así como la investigación, desarrollo y vigilancia respecto de los COP y sus alternativas. En este sentido, en España se creó el Centro Nacional de Referencia sobre COP (CNR COP).

En el marco del Convenio también se han establecido mecanismos para facilitar la transferencia de tecnología y el suministro de asistencia técnica y financiera a los países en desarrollo y países con economías en transición a través de la creación de centros regionales. En España se encuentra el Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CPRAC) creado en el marco del Convenio de Barcelona y localizado en Barcelona que fue elegido en 2009 como Centro Regional del Convenio de Estocolmo y focaliza las actividades para la implementación del Convenio en la Región Mediterránea.

Tabla 3. Clasificación de las sustancias según los anexos del Convenio y el año en el que se incorporaron

	Productos ANEXO A (intencionales) Eliminación	Productos ANEXO B (intencionales) Restricción	Productos ANEXO C (no intencionales) Minimización
Conferencia de las Partes 2001 “Docena sucia”	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aldrina</li> <li>○ Clordano</li> <li>○ Dieldrina</li> <li>○ Endrina</li> <li>○ Heptacloro</li> <li>○▲□ Hexaclorobenceno</li> <li>○ Mirex</li> <li>○ Toxafeno</li> <li>▲□ Bifenilos policlorados (PCB)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ DDT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ Dioxinas y Furanos (PCDD/PCDF)</li> <li>○▲□ Hexaclorobenceno</li> <li>▲□ Bifenilos policlorados (PCB)</li> </ul>

Tabla 3. (Continuación)

	Productos ANEXO A (intencionales) Eliminación	Productos ANEXO B (intencionales) Restricción	Productos ANEXO C (no intencionales) Minimización
Conferencia de las Partes 2009	<ul style="list-style-type: none"> <li>○□ Alfa hexaclorociclohexano</li> <li>○□ Beta hexaclorociclohexano</li> <li>○ Clordecona</li> <li>▲ Hexabromobifenilo</li> <li>○ Lindano</li> <li>○▲□ Pentaclorobenceno</li> <li>▲ Éter de tetrabromodifenilo y éter de pentabromodifenilo</li> <li>▲ Éter de hexabromodifenilo y éter de heptabromodifenilo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○▲□ Ácido perfluorooctano sulfónico, sus sales y fluoruro de perfluorooctano sulfonilo (PFOS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○▲□ Pentaclorobenceno</li> </ul>
Conferencia de las Partes 2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Endosulfán</li> </ul>		

○ Plaguicida. ▲ Productos químicos industriales. □ Producción no intencional.

### 3.2. ÁMBITO EUROPEO

La legislación europea ha adoptado en la regulación de los COP disposiciones que van más allá de las previstas en los convenios mundiales. España, como país miembro de la UE, se encuentra sometida a su ordenamiento jurídico.

#### 3.2.1. Reglamento (CE) N° 850/2004

Con el mismo objetivo que el Convenio de Estocolmo, proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los COP, se aprobó el Reglamento (CE) N° 850/2004 sobre contaminantes orgánicos persistentes, como marco jurídico común para llevar a efecto las disposiciones del Convenio y del Protocolo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes adoptado en Aarhus (Dinamarca) en 1998, este último dentro del marco del Convenio sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Gran Distancia.

Este Reglamento incluye un número más amplio de sustancias y establece medidas de control más restrictivas que las del Convenio de Estocolmo:

- Prohíbe la producción, comercialización y uso de todas las sustancias producidas de forma intencional recogidas en el Convenio, incluido el DDT y PFOS. Limita las exenciones de modo que solamente se apliquen en casos en que una sustancia cumple una función esencial en una aplicación específica. Además se han incluido tres nuevas sustancias en junio de 2012, el Hexaclorobutadieno, los Naftalenos Policlorados y las Parafinas Cloradas de Cadena Corta que aún están siendo consideradas en el marco del Convenio (véase el apartado 3.1.1).
- Establece que las existencias de COP prohibidos deben tratarse como residuos, estableciendo a su vez el sistema para gestionar los mismos de forma segura, eficaz y racional garantizando que el contenido en COP se destruye o transforma de forma irreversible.
- Las existencias de aquellas sustancias cuya producción o uso todavía está permitido deben ser notificadas a las autoridades y vigilarse de forma adecuada.
- Respecto a la reducción de COP de producción no intencional además de las emisiones de sustancias que recoge el Convenio se añaden los HAP y obliga a elaborar inventarios de emisiones a la atmósfera, al agua y al suelo, y a establecer programas y mecanismos que permitan ofrecer datos de vigilancia comparables sobre la presencia en el medio ambiente de Dioxinas, Furanos y PCB.
- Incide en la importancia de prestar asistencia técnica y financiera a los países en desarrollo y países con economías en transición.

De la misma forma que el Convenio puede modificarse y cubrir nuevas sustancias, el Reglamento también contempla su posible modificación en función de las actualizaciones que sufran el Convenio y el Protocolo o según su propio mecanismo interno de revisión.

### **3.3. OTRA LEGISLACIÓN RELACIONADA CON LOS COP**

Los COP, al ser sustancias químicas, se ven afectados por la amplia legislación que existe, tanto en el ordenamiento jurídico europeo como nacional, sobre registro, evaluación, autorización, uso, comercialización, etiquetado, clasificación, envasado, gestión de los residuos, exportación e importación de sustancias químicas así como por la legislación específica de productos fitosanitarios, biocidas y otros usos.

Por otro lado, con respecto a los COP de emisión no intencional se han definido las obligaciones que deben respetar las actividades industriales con mayor potencial de contaminación con el fin de evitar o minimizar las emisiones contaminantes y los residuos industriales y agrícolas, y se ha establecido un inventario nacional de emisiones y un registro de fuentes contaminantes, tanto europeo como nacional, que permite evaluar los progresos logrados por medio de las políticas y programas medioambientales.

Tabla 4. Legislación europea y nacional de aplicación en España relacionada con COP

RELATIVO A	LEGISLACIÓN	OBJETO	
EUROPEA	REACH	Reglamento (CE) N° 1907/2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), por el que se crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos.	Establece que si una sustancia en uso se prohíbe o restringe en el Reglamento (CE) N° 850/2004 sobre COP, la Comisión deberá retirar la autorización para dicho uso.
	Residuos	Reglamento (CE) N° 396/2005 sobre límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos y piensos de origen vegetal y animal.	Establecen valores máximos de residuos de sustancias, incluidos COP, en alimentos y piensos.
		Reglamento (CE) N° 1881/2006 por el que se fija el contenido máximo de ciertos contaminantes en productos alimenticios.	
		Reglamento (CE) N° 1013/2006 relativo a los traslados de residuos.	Procedimientos y regímenes de control para el traslado de residuos, en función del origen, el destino y la ruta del traslado, del tipo de residuo trasladado y del tipo de tratamiento que vaya a aplicarse a los residuos en destino.
		Directiva 2002/32/CE sobre sustancias indeseables en la alimentación animal.	Contenido máximo de sustancias indeseables, incluidos COP, en piensos.
Directiva 2008/98/CE sobre residuos.	La clasificación de los residuos como residuos peligrosos debe basarse, entre otras cosas, en la legislación comunitaria sobre productos químicos.		



Tabla 4. (Continuación)

RELATIVO A		LEGISLACIÓN	OBJETO
EUROPEA	Exportación/importación productos químicos	Reglamento (CE) N° 689/2008 relativo a la exportación e importación de productos químicos peligrosos.	Prohibición de exportación de los productos químicos peligrosos incluidos los COP.
	Productos fitosanitarios	Reglamento (CE) N° 1107/2009 relativo a la comercialización de productos fitosanitarios.	Solo se aprobará una sustancia activa, un protector o un sinergista si no es considerada COP.
	Biocidas	Directiva 98/8/CE relativa a la comercialización de biocidas.  (Derogada por el Reglamento (CE) N° 528/2012, relativo a la comercialización y uso de biocidas, a partir de septiembre de 2013).	Sustancias persistentes, bioacumulables y tóxicas son candidatas a sustitución.  Considera los COP como "sustancias preocupantes".
	DEI	Directiva 2010/75/UE sobre las emisiones industriales.	Establece medidas para prevenir la contaminación. Incluye a las Dioxinas y Furanos entre los principales contaminantes atmosféricos.
	PRTR	Reglamento (CE) N° 166/2006 sobre registro europeo de emisiones y transferencias de contaminantes.	Actividades y contaminantes (entre los que se encuentran COP) que deben incluirse en el registro.
	PCB	Directiva 96/59/CE relativa a la eliminación de los policlorobifenilos y de los policloroterfenilos (PCB/PCT).	Establece el sistema de eliminación de PCB y Terfenilos policlorados.
NACIONAL	Residuos y suelos	Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados.	Traspone Directiva 2008/98 e incluye disposiciones respecto a los suelos contaminados.
		Real Decreto 653/2003 sobre incineración de residuos.	Requisitos para el funcionamiento de las instalaciones de incineración y coincineración de residuos, así como valores límite de emisión de contaminantes (incluye Dioxinas y Furanos).
		Real Decreto 9/2005 por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.	Se incluyen algunos COP en las sustancias consideradas en los criterios para la clasificación del suelo.

Tabla 4. (Continuación)

	RELATIVO A	LEGISLACIÓN	OBJETO
NACIONAL	Aire	Ley 34/2007 de calidad del aire y protección de la atmósfera.	Las bases en materia de prevención, vigilancia y reducción de la contaminación atmosférica. Entre los contaminantes atmosféricos definidos se encuentran los COP.
		Real Decreto 102/2011 relativo a la mejora de la calidad del aire.	Establece medidas para mejorar la calidad del aire respecto de ciertas sustancias incluidos algunos COP no intencionales.
	Agua	Real Decreto 60/2011 sobre las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas.	Normas de calidad ambiental para ciertas sustancias y contaminantes. Identifica algunos COP como sustancias peligrosas prioritarias.
	Productos fitosanitarios	Ley 43/2002 de sanidad vegetal.	Normativa básica de coordinación en materia de sanidad vegetal.
	Biocidas	Real Decreto 1054/2002 por el que se regula el proceso de evaluación para el registro, autorización y comercialización de biocidas.	Traspone Directiva 98/8/CE.
	IPPC	Real Decreto 509/2007 por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.	Establece medidas para prevenir la contaminación.
	Emisiones	Real Decreto 508/2007 por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas.	Normas adicionales para dar cumplimiento al Reglamento 166/2006.
	PCB	Real Decreto 1378/1999 por el que se establecen medidas para la eliminación y gestión de los policlorobifenilos, policloroterfenilos y aparatos que los contengan.	Traspone la Directiva 96/59/CE.

### 3.4. PLAN NACIONAL DE APLICACIÓN

Tanto en el texto del Convenio de Estocolmo (artículo 7) como en el Reglamento (CE) N° 850/2004 (artículo 8) se establece la obligación de elaborar Planes Nacionales de Aplicación para dar cumplimiento a las obligaciones emanadas de ambos instrumentos.

El proceso para elaborar en España el Plan Nacional de Aplicación (PNA) del Convenio de Estocolmo y del Reglamento (CE) N° 850/2004 sobre COP se inició en 2005 y contó con la participación de unos 200 expertos y expertas de los sectores implicados (Administraciones Públicas, Comunidad Científica, Sectores Económicos y Organizaciones Sociales), cuyas iniciativas y comentarios han sido considerados desde el inicio y a lo largo de todo su proceso de elaboración. Fue definitivamente aprobado el 2 de febrero de 2007.

Este Plan persigue el mismo objetivo que el Convenio y el Reglamento y aplica los principios de Prevención, Precaución y Sustitución con un enfoque integral, tratando todo el ciclo de vida de los COP. Tiene como propósito contribuir al establecimiento, en el ámbito estatal, de un procedimiento de consulta, evaluación y decisión, implicando a los interesados directos a nivel nacional en la elaboración, aplicación y actualización de sus planes de aplicación.

Fomenta el intercambio de información disponible, a escala local, regional y global entre los distintos sectores y actores relevantes; y la comunicación de esta a la Conferencia de las Partes del Convenio, describiendo las iniciativas en curso y proyectadas para desarrollar y aplicar una estrategia eficaz que permita la consecución de los objetivos de los dos instrumentos en España. Realiza un diagnóstico de la situación del país en todos los ámbitos o actividades en las que aparecen los COP y establece unas líneas estratégicas de actuación que se desarrollan en metas, objetivos, acciones y medidas concretas.

El PNA es un documento dinámico que se actualiza teniendo en cuenta los avances realizados tanto en el Convenio como en el Reglamento cada 6 años o según las necesidades del Convenio.

El documento se puede consultar en la página Web del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, en el área de actividad "Calidad y evaluación ambiental", Productos Químicos-COP.

#### 3.4.1. Red Nacional de Vigilancia Ambiental

El cumplimiento del Convenio y el Reglamento debe dar como resultado una reducción en los niveles ambientales de estos contaminantes a lo largo del tiempo.



Para verificar este hecho, el Plan Nacional de Aplicación fija como objetivo “establecer un sistema de vigilancia de las concentraciones de COP en personas, alimentos y el medio ambiente que permita caracterizar la situación actual y la evolución a lo largo del tiempo para evaluar la eficacia de las medidas adoptadas”.

En este contexto, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente está trabajando con distintas instituciones científicas (el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)) en una Red de Vigilancia Ambiental de COP y otras sustancias en fuentes de emisiones industriales en matrices ambientales (aire y suelo).

Dentro de este programa se están realizando campañas de muestreo trimestrales desde 2008 con un sistema de toma de muestras de aire. La red cuenta con 23 estaciones, de las cuales 14 están situadas en puntos alejados de las ciudades (indicativos de las concentraciones de fondo) y 9 en centros urbanos, repartidos por toda la península, Baleares y Canarias. Las sustancias analizadas son: Dioxinas, Furanos, PCB, PBDE, HCH, HCB y DDT.

Esta Red se establece en coherencia con el Plan de Vigilancia Mundial (GMP, del inglés *Global Monitoring Plan*) para COP del Convenio de Estocolmo el cual pretende crear un marco organizativo armonizado para reunir datos de vigilancia comparables e información sobre la presencia de los contaminantes orgánicos persistentes incluidos en los anexos A, B y C del Convenio para evaluar la eficacia de las medidas adoptadas, determinar las tendencias en los niveles a través del tiempo y proporcionar información sobre su transporte en el medio ambiente a escala regional y mundial.

Por otra parte, el Instituto de Salud Carlos III realiza la vigilancia en humanos mediante distintos estudios poblacionales que incluyen el análisis de la presencia de COP en muestras de orina, sangre y leche materna.

### **3.4.2. Centro Nacional de Referencia sobre COP**

El Centro Nacional de Referencia sobre COP (CNR COP) se creó en 2006 con el fin de ayudar a la implementación del PNA, de acuerdo con el Programa de Trabajo aprobado por el Grupo Técnico establecido en el proceso de elaboración del mismo. En este sentido ha llevado a cabo el seguimiento y actualización del PNA y la difusión de sus resultados, contando para ello con la colaboración de los actores implicados.

Este centro ha sido el principal encargado de realizar las tareas de información y sensibilización al público, divulgando a la sociedad en general, especialmente a los

grupos vulnerables y grupos de alta exposición, todos los aspectos relacionados con el Convenio de Estocolmo y la lucha contra los COP a través de su página Web (<http://www.cnrkop.es/gc/home-es-ES/>) y a través de presentaciones, dípticos, pósters, cursos, etc.

Entre otras actividades que ha desarrollado destaca la elaboración de las siguientes bases de datos:

- *Base de Datos de Sustancias*: recoge datos sobre existencias, niveles de productos fitosanitarios COP, datos de exposición laboral, usos, aplicaciones, técnicas, tecnologías y datos referentes a los productores, usuarios, intermediarios que produzcan, usen, emitan, comercialicen o importen las sustancias COP.
- *Base de Datos de Sustitución*: permite el acceso a la información disponible respecto a alternativas de cada uno de los COP y precursores.
- *Base de Datos de Vigilancia*: se ha realizado una revisión de niveles de COP desde los años 80 hasta la actualidad y se han recopilado los trabajos científicos de ámbito nacional realizados sobre niveles COP, que incluyen casi todas las sustancias excepto Clordecona y HBB.

Asimismo, se ha elaborado una *Lista de Laboratorios* que incluye tanto instalaciones de carácter público como privado y se ha trabajado en el desarrollo de Guías de Sustitución de PBDE y PFOS.



## 4. Prevención frente a los COP

### 4.1. IDENTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE COP

Identificar los productos que contienen o pueden contener COP y conocer sus usos, dónde pueden encontrarse y en qué procesos industriales o naturales se generan, es el primer paso en la prevención frente a estos contaminantes.

Según el uso de las sustancias existen diferentes consideraciones a tener en cuenta en relación al riesgo de contaminación por COP.

#### 4.1.1. Sustancias COP de uso fitosanitario y/o biocida

Uno de los mayores problemas a los que se enfrentan los agricultores es la lucha contra las plagas que afectan a los cultivos. Las graves consecuencias económicas ocasionadas por la pérdida de las cosechas y la necesidad de garantizar el abastecimiento de alimento impulsaron, a mediados del siglo XX, la búsqueda de soluciones para acabar con este problema a través de agentes químicos fitosanitarios.

En el caso de la lucha contra los vectores patógenos (organismos que actúan como transmisores de agentes infecciosos, por ejemplo los mosquitos en el paludismo) el uso de biocidas fue muy efectivo y ha salvado la vida a miles de personas.

Sin embargo, aunque estos productos eran muy eficaces para la finalidad que fueron producidos, desgraciadamente resultaron ser perjudiciales para el ser humano y los ecosistemas agrícolas. Estos efectos negativos se hicieron más perceptibles durante los años 50, a partir de los años 70 se comenzó a limitar y prohibir el uso de fitosanitarios y biocidas con características COP.

El uso mayoritario de este tipo de biocidas y fitosanitarios se concentró en EE.UU. y países industrializados aunque muchas de esas sustancias nunca se utilizaron en España. Hoy en día todas las sustancias con uso biocida y fitosanitario con características COP están prohibidas en la UE y, por tanto, en España. En otras partes del mundo, el Lindano todavía puede usarse como producto farmacéutico para la salud humana para el control de la pediculosis (piojos) y para la sarna como tratamiento de reserva. El DDT puede producirse y utilizarse en ciertos países generalmente tropicales en la lucha contra vectores de enfermedades, de acuerdo con lo establecido en el Convenio de Estocolmo.

- Al no haber existido en nuestro país un uso generalizado de estas sustancias, actualmente se consideran obsoletas. Sin embargo, como en algunos casos hubo

un uso local reciente, tampoco debe descartarse completamente la posibilidad de que existan productos descatalogados que todavía no hayan sido eliminados. Podría ser el caso del Endosulfán (última sustancia reconocida COP internacionalmente en el año 2011, aunque en la UE se prohibió definitivamente en 2010), que ha sido utilizado especialmente en cultivos frutales cuyos últimos usos permitidos en España fueron en el cultivo del tomate, algodón y avellano, o del Lindano, que se usaba como desparasitador capilar (en España estuvo permitido su uso para algunas aplicaciones hasta finales de 2007).

El uso de alfa- y beta-HCH como insecticidas ha ido eliminándose progresivamente hasta hace algunos años, pero, puesto que se generaban como subproductos en la producción de Lindano a razón de entre 6 y 10 toneladas por cada tonelada de Lindano producida, pueden existir reservas y posibles emplazamientos contaminados.

- Además de la posibilidad de encontrar COP obsoletos que todavía no se hayan eliminado o emplazamientos contaminados por la producción o uso de estas sustancias cuando no estaban prohibidas, otra forma de entrar en contacto con COP de uso fitosanitario o biocida es debido al transporte atmosférico de estas sustancias desde países donde esté permitido su uso. Por ejemplo el DDT se utiliza en algunos países africanos para el control de la malaria bajo las recomendaciones y directrices de la Organización Mundial de la Salud. Este uso puede dar lugar a que cuando se producen entradas de polvo sahariano en la península pueda detectarse la presencia de DDT.
- En investigaciones de alcance internacional se han medido residuos de diferentes compuestos, entre ellos algunos COP tales como Aldrina, Dieldrina, Endrina, Clordano, DDT y Hexaclorobenceno, en diferentes especies de animales. En general, se han encontrado los niveles más elevados en especies marinas con mayor contenido graso y en alimentos grasos de animales terrestres, lo cual es esperable por la tendencia de todos estos compuestos a acumularse en tejidos grasos al ser sustancias liposolubles. En alimentos de origen vegetal los niveles hallados han sido muy inferiores.

En general, los estudios consultados realizados por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, del inglés *European Food Safety Authority*) reflejan una importante disminución de los niveles de los compuestos analizados en el medio ambiente, especialmente en relación con los insecticidas clorados prohibidos hace más de 25 años. En todos los casos las concentraciones medidas, tanto en organismos como en piensos de alimentación, son consideradas de baja preocupación tanto para la salud humana como para la salud de los animales teniendo en cuenta los límites máximos de concentración de plaguicidas permitidos según la legislación correspondiente.



#### 4.1.2. Sustancias COP de uso industrial

La industria química es uno de los mayores sectores de la economía mundial. Cada producto que se fabrica puede contener una o más de las cientos de sustancias químicas actualmente en uso. Las sustancias químicas tienen propiedades variadas y se emplean, tanto en el ámbito público como doméstico, en infinidad de artículos, materiales y objetos como medicamentos, detergentes, pinturas y plásticos. Tienen usos muy diversos y volúmenes de producción variables.

El reto principal en el uso de las distintas sustancias químicas es la gestión racional y sostenible durante todo su ciclo de vida (producción, uso, reciclaje o eliminación) con el objetivo de reducir su presencia en el medio ambiente.

Dentro del grupo de COP de uso industrial hay que tener en cuenta que, aunque la mayoría de las sustancias ya no se producen y están prohibidas, su uso estaba permitido hasta hace relativamente poco tiempo y, por tanto, todavía pueden encontrarse en algunos productos y aparecerán en el flujo de residuos durante varios años, dependiendo de la vida útil de los productos y aplicaciones que los contienen.

- Aunque el uso y comercio de HCB está prohibido, recientemente se ha detectado en algunos países europeos su presencia en artículos de pirotecnia importados de otros países, ya que actúa como donador de cloro para aumentar el brillo y el color de la llama de los fuegos artificiales. Para facilitar la caracterización del HCB en artículos de pirotecnia, la Agencia Inglesa de Medio Ambiente ha publicado un documento guía para la identificación y gestión de



Ilustración 7. Artículos de pirotecnia



estos productos, importados de países no comunitarios, en cuyo etiquetado el HCB puede no aparecer claramente indicado por tratarse de nombres comerciales o sinónimos.

- Los PCB se han utilizado principalmente como fluidos intercambiadores de calor en condensadores de tubos fluorescentes, transformadores eléctricos y en menor proporción en bombas hidráulicas, compresores de gas y pinturas plásticas. Su uso fue muy generalizado hasta su prohibición en 1986 y todavía existen materiales y aparatos que los contienen con una vida útil muy larga. La gestión de los PCB y los aparatos que los contienen (principalmente transformadores eléctricos, condensadores, inductores y arrancadores) está regulada tanto en la UE como en España, habiéndose fijado medidas para garantizar su eliminación y descontaminación.

Esta legislación establece la obligación de elaborar un inventario de aparatos que contienen PCB. Para ello el MAGRAMA elaboró un Plan de descontaminación y eliminación a partir del cual se elaboró el primer Inventario Nacional. Se ha llevado a cabo un proceso de identificación, cuantificación y actualización anual de aparatos que contienen y pueden contener PCB. Gracias al trabajo realizado el proceso de eliminación en España está muy avanzado. Se han estudiado e identificado todas las fuentes posibles, el mayor aporte lo forman los fluidos de PCB en transformadores, y las cantidades pendientes de tratamiento y eliminación definitiva están localizadas y controladas. Para el tratamiento de los residuos de estos aparatos se ha procedido a destruir la fracción líquida de PCB en las plantas incineradoras autorizadas localizadas en la UE.

- La producción y el uso del HBB cesó hace tiempo en Europa y en España no hay registros de que se haya producido. Sin embargo, se podría encontrar en productos que aún no han llegado al final de su vida útil como es el caso de los termoplásticos utilizados en la construcción, carcasas de maquinaria, productos industriales y aparatos eléctricos y electrónicos, así como en espumas de poliuretano para tapicerías de automóviles en los que se ha utilizado como retardante de llama.
- Respecto a los PBDE considerados COP no ha existido producción en España, y en Europa la producción cesó en 1997. Los PBDE (también denominados genéricamente retardantes de llama bromados) que se identifican como sustancias COP tienen prohibida su utilización, existiendo alternativas a todos ellos. Pero, puesto que estos compuestos químicos se han utilizado en una gran variedad de productos de consumo tales como ordenadores, muebles, textiles y otros, para mejorar su resistencia al fuego, todavía pueden detectarse en los hogares españoles, como refleja un estudio de la Organización de Consumidores y Usuarios (OCU, 2011).



Ilustración 8. Retardantes de llama bromados en hogares. Fuente OCU, 2011

Los productos comerciales C-PentaBDE y C-OctaBDE han sido usados como aditivos retardantes de llama en diferentes aplicaciones y artículos acabados: materiales de construcción, cables, textiles, tapicerías y espumas de relleno, equipamiento para automóviles y otros usos (empaquetamiento, material deportivo y de ocio, muebles, etc.), así como en ciertos aparatos eléctricos como, por ejemplo, las carcasas de los ordenadores. El uso mayoritario del C-PentaBDE en España ha sido como aditivo en la espuma de poliuretano utilizada en el mobiliario del hogar y lugares públicos, y el del C-OctaBDE como aditivo en polímeros empleados en productos plásticos y aparatos eléctricos y electrónicos.

- Actualmente un grupo de sustancias problemático es el del PFOS ya que al haberse incluido recientemente en el Convenio todavía existen sectores y productos en los que se usan como, por ejemplo, componentes eléctricos y electrónicos, industria fotográfica, fotolitografía, semiconductores, fluidos hidráulicos para la aviación, enchapado metálico, galvanizado y cromado.

Anteriormente existía un proceso de producción del PFOS y de las sustancias relacionadas con ellos a través de la fluoración electroquímica utilizada por la empresa 3M, primer productor mundial de estas sustancias hasta el año 2000. A partir de esta fecha la compañía se comprometió voluntariamente a reducir

paulatinamente la fabricación de PFOS y sustancias relacionadas. En 2001 había cesado el 90% de la producción y a principios de 2003 ésta cesó por completo.

En España existe un marco normativo relativo al PFOS para restringir su uso y la industria ya está utilizando alternativas a estas sustancias para todos los usos descritos en este apartado.

En Europa y Estados Unidos estas sustancias se han utilizado en las siguientes aplicaciones:

- Espumas contra incendio: estas se dividen en espumas con y sin flúor. Algunas de las que contienen flúor están compuestas por sustancias relacionadas con el PFOS. Desde el anuncio del cese voluntario de la producción de estas sustancias su presencia en las espumas contra incendio ha disminuido gradualmente.
- Protección de textiles, alfombras y cueros: se han utilizado sustancias relacionadas con el PFOS para otorgar resistencia contra la suciedad, las grasas y el agua a textiles, indumentaria, tapizados y artículos para el hogar, alfombras y productos de cuero. Desde su prohibición de comercialización, las sustancias relacionadas con el PFOS se utilizan en mucho menor grado para estas aplicaciones.
- Revestimientos y aditivos para revestimientos: antes de la interrupción gradual voluntaria de la producción de PFOS, se vendían revestimientos y aditivos para revestimientos de polímeros con el fin de repeler la suciedad o el agua de las superficies (incluidas las placas de circuitos impresos y las películas fotográficas). Otras aplicaciones de los revestimientos acuosos son la protección de mosaicos, mármol y cemento.
- Otros usos: estas sustancias se han utilizado también, aunque en menor medida, en papeles y embalajes para aplicaciones comerciales como embalaje de alimentos, para hacer que el papel, el cartón y los sustratos para embalajes sean resistentes a las grasas, los aceites y el agua, así como en ciertos productos de limpieza de uso industrial y doméstico para mejorar la humectación de productos como limpiadores alcalinos, limpiadores para prótesis odontológicas, ceras y abrillantadores para suelos, entre otros.

#### 4.1.3. *Sustancias COP que se emiten de forma no intencional*

- Las sustancias COP producidas de manera no intencional (HCB, PeCB, PCB, HAP, Dioxinas y Furanos) se forman y se liberan principalmente a partir de procesos térmicos, que comprenden materia orgánica y cloro, como resultado

de una combustión incompleta, cuando la temperatura de combustión es demasiado baja, concretamente entre 200°C y 600°C, o bien como resultado de reacciones químicas. Se trata de sustancias para las que hay que tomar medidas a través de la reducción progresiva de sus emisiones.

- Procesos industriales asociados a la generación de Dioxinas y Furanos son la incineración de residuos sólidos urbanos y hospitalarios, la producción de energía a través de combustibles como carbón, madera, aceites combustibles para motores y gas, los procesos siderúrgicos asociados a la producción de hierro, acero, cobre, zinc, aluminio, latón o magnesio, o la producción de pasta de papel que implique cloro elemental para el blanqueo. Su presencia también se ha detectado en algunos casos concretos en lodos de depuradora y lixiviados de vertederos.
- También se emiten sustancias COP de manera no intencional (Dioxinas, Furanos, HAP) desde fuentes no industriales como por ejemplo la generación de energía a pequeña escala o bien que utilizan biomasa como combustible, tráfico, combustión incompleta de petróleo y sus derivados o materia orgánica, calefacciones/cocinas domésticas, así como la quema de basuras a cielo abierto, quema de desechos agrícolas, incendios forestales y crematorios.
- Prácticas culinarias como el asado a la parrilla o el ahumado de alimentos también pueden provocar la generación de COP.
- Aunque la principal vía de exposición a emisiones de COP es la inhalación, no debemos olvidar la introducción por ingesta de alimentos procedentes de animales que hayan ingerido productos contaminados. En este contexto hay que tener en cuenta que los controles alimentarios son muy estrictos sobre todo a partir del caso de contaminación en Bélgica en 1999 conocido como “la crisis de los pollos belgas”.



Ilustración 9. Preparación de fuego para cocinar a la parrilla

- El PeCB fue utilizado como plaguicida, como agente piroretardante y también en combinación con PCB en fluidos dieléctricos en transformadores y puede estar presente como impureza en algunos productos de la industria química como disolventes clorados y plaguicidas. Aunque dejó de producirse comercialmente en países europeos, el PeCB sigue entrando al medio ambiente al liberarse de forma no intencional como subproducto de la combustión incompleta de desechos y de la quema en contenedores de residuos domésticos, en los efluentes residuales de las fábricas de pulpa y papel, las industrias metalúrgicas, fundiciones, refinerías de petróleo y en los fangos activados de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales.

## 4.2. ACCIONES PARA LA SUSTITUCIÓN, REDUCCIÓN Y ELIMINACIÓN DE COP

Las características propias de estos contaminantes son la razón de que su eliminación definitiva y a corto plazo sea una difícil tarea. Especialmente debido a su elevada persistencia, la conversión y degradación de estos contaminantes en sustancias menos peligrosas puede durar años, décadas e incluso siglos.

El problema subsistente consiste en:

- a) **Encontrar sustitutos** que sean eficaces y económicamente viables para aquellos COP con ciertos usos todavía permitidos.
- b) **Reducir las emisiones** no intencionales de estas sustancias.
- c) **Eliminar las existencias** de forma segura y responsable y evitar que puedan ser reutilizadas.

Existen una serie de principios y planteamientos generales de gestión medioambiental que pueden ser útiles en la lucha contra los COP:

- Desarrollo y consumo sostenibles
- Elaboración y aplicación de sistemas de gestión ambiental
- Uso de la ciencia, la tecnología y los conocimientos locales para tomar decisiones ambientales fundamentadas
- Criterio de precaución
- Internalización de los costos ambientales y el principio de que el que contamina paga
- Prevención y control integrados de la contaminación
- Co-beneficios del control de otros contaminantes
- Producción más limpia
- Análisis y gestión del ciclo de vida de procesos y productos
- Eliminación total
- Acceso a información ambiental, para mejorar la toma de decisiones



El etiquetado es un instrumento eficaz en la identificación de los productos prohibidos que hayan escapado a los controles de inspección y se estén comercializando de manera ilegal. Permite a los consumidores escoger productos en función de su impacto ambiental, precio y calidad e impulsa una demanda de bienes producidos en consonancia con estos principios de desarrollo sostenible.

Para estas sustancias no se puede considerar seguro ningún nivel de exposición, por ello, los grupos de mayor riesgo como mujeres en edad fértil, embarazadas y lactantes deben tener especial precaución. Por otro lado, los trabajadores que manipulen sustancias peligrosas están más expuestos a los posibles peligros, considerándose fundamental la protección colectiva e individual.

La máxima prioridad entre las opciones de gestión de residuos con COP es la reducción desde la fuente, es decir, reducir al mínimo la cantidad de desechos junto con una disminución de su toxicidad y otros peligros potenciales. La responsabilidad debe ser compartida en su justa medida, entre productores, autoridades competentes y ciudadanía.

Por tanto, y puesto que la información disponible sobre COP es muy específica y resulta difícil de traducir en acciones concretas de la vida cotidiana, como primera aproximación, las siguientes recomendaciones pueden ayudar significativamente a prevenir la exposición a los COP:

- **Leer con atención el etiquetado** de productos fitosanitarios y desinfectantes de uso doméstico, para el hogar, plantas y mascotas, atendiendo a la presencia de certificados de gestión limpia y con el objetivo de evitar el uso de sustancias ilegales.
- **Respetar y aplicar con rigurosidad la normativa de Prevención de Riesgos Laborales.**
- **Separación, de cara a una gestión adecuada, de residuos generados en el hogar y en la industria sospechosos de contener COP.** Promover el uso de **puntos limpios** para todos los objetos y artefactos susceptibles de contener retardantes de llama (equipos electrónicos o informáticos, electrodomésticos, muebles, moquetas, recubrimientos de chimeneas, etc.), especialmente si fueron fabricados antes de 2003.
- **Promover alternativas limpias**, evitando el riesgo de favorecer el uso de otras sustancias que puedan llegar a considerarse COP. Una iniciativa para conocer alternativas seguras al uso de sustancias químicas peligrosas es el portal Web SUBSPORT. Es una plataforma on-line gratuita en varios idiomas que facilita el intercambio de información sobre sustancias y tecnologías alternativas, así

como herramientas y guías para gestionar y evaluar los procesos de sustitución. SUBSPORT incluye una base de datos de experiencias de sustitución, un buscador de alternativas, herramientas para evaluar las alternativas y normativa sobre sustitución, entre otras informaciones.

Otra herramienta útil en la búsqueda de alternativas es la Base de Datos de Sustitución elaborada por el CNR COP, donde se pueden encontrar sustitutos a los COP utilizados actualmente.

En cuanto a contaminantes recientemente prohibidos como los PBDE y el PFOS, sus sales y sustancias relacionadas, pueden consultarse los documentos: “Sustitución de PBDEs-retardantes de llama” y “Sustitución de PFOS y sustancias relacionadas”, ambos elaborados por el CNR COP, y el documento elaborado por el Convenio de Estocolmo “Guidance on feasible flame-retardant alternatives to commercial pentabromodiphenyl ether”.

- **Informar a las autoridades de la existencia de COP obsoletos.**
- **Tener en cuenta las normas de seguridad** adecuadas en el hogar, el coche y el trabajo **para evitar los incendios accidentales.**
- **Ventilar los hogares y lugares de trabajo con frecuencia.**
- **Divulgar los conocimientos adquiridos sobre COP.**
- **Promover la asistencia técnica desde las administraciones** hacia los ciudadanos y empresarios en la lucha contra los COP.

#### 4.2.1. Sustancias COP de uso fitosanitario y/o biocida

El cambio en la política de producción agrícola y de salud pública hacia sistemas menos dependientes de productos que contengan sustancias químicas peligrosas es la base del éxito en la lucha contra estas sustancias. Por ello, la búsqueda de prácticas alternativas más sostenibles, basadas en principios de gestión integrada, sigue siendo un campo de estudio importante.

Adicionalmente, teniendo en cuenta las actuales vías de exposición en España a este grupo de COP, se pueden recomendar las siguientes acciones:

- **Identificar las existencias de productos con COP obsoletos.**
  - Las industrias o empresas que puedan tener existencias obsoletas deberán hacer un inventario de las mismas y eliminarlas de acuerdo con la legislación.

- En caso de tener alguna duda sobre un producto que quiera utilizarse con esta finalidad se debe prestar especial atención a la información en la etiqueta del producto para evitar posibles sustancias peligrosas: nombre, composición, nº CAS de las sustancias, fecha de caducidad, símbolos de peligro, frases de riesgo o advertencia, etc.
- **Identificar suelos contaminados.**
  - Según la Ley 22/2011, los suelos declarados e identificados como contaminados por la autoridad competente, debido a la presencia de componentes de carácter peligroso procedentes de las actividades humanas, deben someterse a las actuaciones necesarias para proceder a su limpieza y recuperación por parte del causante de la contaminación. Como ejemplo histórico, debido a la producción de Lindano en nuestro país, hubo algunas zonas cercanas a las fábricas que resultaron afectadas. Una vez identificadas, se tomaron las medidas correctoras y de control necesarias para que dejaran de suponer un riesgo significativo.
- **Minimizar el efecto del transporte atmosférico a larga distancia** de este tipo de sustancias.
  - La solución a este problema está de nuevo en promover y continuar la búsqueda de alternativas que permitan abandonar el uso de estas sustancias. Las medidas para ser efectivas se deben aplicar de forma global como por ejemplo se está haciendo a través del Convenio de Estocolmo con la creación de una alianza mundial para apoyar la elaboración y utilización de productos, métodos y estrategias alternativos al DDT para la lucha contra los vectores de enfermedades.

### Acciones específicas para fitosanitarios:

- Identificar los componentes de los productos fitosanitarios y sus propiedades tóxicas y ecotoxicológicas y atender siempre a las instrucciones de seguridad de los envases.
- Los productos fitosanitarios sólo pueden ser comercializados en el territorio español si han sido previamente autorizados e inscritos en el Registro Oficial de Productos y Material Fitosanitario. El Reglamento (CE) N° 1107/2009 relativo a la comercialización de productos fitosanitarios establece que solo se aprobará una sustancia activa si no es considerada COP.
- Evitar siempre que sea posible el uso de sustancias peligrosas utilizando productos o procesos alternativos más seguros, como los utilizados en la agricultura ecológica.
- Promover el uso de alternativas seguras siempre que sea posible. En este sentido, existen iniciativas como la base de datos de sustancias tóxicas y peligrosas RISCTOX, que pretende ofrecer información sobre los riesgos para la salud y



el medio ambiente de las sustancias químicas que pueden estar presentes en los productos que se manejan o generan en distintas empresas.

- Utilizar los métodos de protección necesarios para evitar la exposición de los trabajadores.

#### **Acciones específicas para biocidas:**

- Los biocidas sólo pueden comercializarse y utilizarse en el territorio nacional si han sido previamente autorizados e inscritos en el Registro Oficial de biocidas o plaguicidas no agrícolas según lo dispuesto en el Real Decreto 1054/2002, es decir cuando sus riesgos para la salud y el medio ambiente han sido evaluados.
- Fomentar el uso de biocidas menos peligrosos y sustituir los que puedan ser peligrosos por otros biocidas que entrañen un menor riesgo. Siempre deben utilizarse de forma adecuada siguiendo las indicaciones de la etiqueta de producto.
- Los trabajadores y usuarios profesionales e industriales que estén expuestos a biocidas, deben tener acceso además a las fichas de datos de seguridad de los productos, para que puedan tomar las medidas necesarias tanto para la protección de la salud humana y el medio ambiente como para la higiene y seguridad en el lugar de trabajo.

#### **4.2.2. Sustancias COP de uso industrial**

Gracias a la legislación vigente mencionada en el capítulo 3 y al compromiso de la industria en la aplicación de principios de gestión medioambiental, la producción y uso de sustancias peligrosas para el medio ambiente y la salud humana, entre las que se incluyen los COP, es cada vez menor.

Teniendo en cuenta lo expuesto en el punto 4.1.2, las medidas para reducir y eliminar los COP de este grupo se encaminan en las siguientes direcciones:

- **Sustitución de COP** en la industria por otras sustancias que no entrañen riesgo para la salud humana y el medio ambiente. Este es el primer paso para evitar el contacto, ya que si no se usan sustancias COP ni precursores de las mismas, éstas no se encontrarán en el producto final y no se generarán residuos con COP.
- **Búsqueda de alternativas a COP** para los que todavía no se han encontrado sustitutos eficaces y económicamente viables.
- **Vigilancia y control en las importaciones procedentes de países no comunitarios.** Hay que tener en cuenta que no todos los países del mundo, aunque sí

un número significativo, han dejado de producir, usar y comercializar estas sustancias o de utilizarlas en artículos, productos, aparatos o materiales. En **artículos de pirotecnia** se debe prestar especial atención al **etiquetado** para comprobar si entre las sustancias que contiene se encuentra HCB o alguno de sus sinónimos o bien los nombres comerciales identificados. En caso de duda se deberá evitar su combustión.

- **Correcta gestión de los residuos.** La gestión de los residuos comprende diferentes etapas desde la entrega de los residuos generados en contenedores, puntos limpios u otros sistemas habilitados al efecto, la recogida y el almacenamiento en instalaciones autorizadas hasta el tratamiento en plantas autorizadas. Según el residuo, el tratamiento a aplicar podrá ser la reutilización, el reciclado, la valorización o la eliminación:
  - Los poseedores de **PCB y aparatos que los contienen** están obligados a **entregarlos a un gestor autorizado de residuos peligrosos** para que se proceda a su obligada eliminación o descontaminación. En ciertos casos se puede acudir a empresas gestoras para la descontaminación de lubricantes a niveles permitidos de PCB de manera que se pueden volver a usar en los mismos aparatos o en otros diferentes.
  - Los **aparatos eléctricos y electrónicos de cierta antigüedad** (ordenadores, teclados, televisores, reproductores de video, equipos de música, frigoríficos, etc.) que por su cantidad son uno de los mayores focos de liberación de COP al medio ambiente; los **elementos utilizados en construcciones y productos voluminosos sin etiqueta** (muebles, moquetas, etc.) que puedan haber sido sometidos a tratamientos ignífugos; los **productos comerciales menos voluminosos** como ropa, calzado, alfombras, cuero, papeles y cartones antiguos que puedan haber sido sometidos a tratamientos impermeables o de resistencia a aceites y grasas; y los **productos de limpieza obsoletos** como limpiadores alcalinos domésticos e industriales y ceras y abrillantadores para suelos; **pueden contener COP. Deben**



*Ilustración 10. Electrodomésticos desechados incorrectamente*

**depositarse en los puntos de recogida** habilitados para posteriormente tratarlos por el método que más convenga para asegurar la destrucción o transformación irreversible de los COP.

- Los **revestimientos y aditivos para revestimientos** de mosaicos, mármol y cemento, así como de placas de circuitos impresos y películas fotográficas, que puedan haber sido tratados con PFOS para repeler la suciedad o el agua de las superficies, suponen también un flujo de residuos a **clasificar e identificar** buscando la forma de descontaminación o eliminación más adecuada.
  - Las **espumas contra incendios comercializadas antes de 2006** pueden estar elaboradas con sustancias relacionadas con PFOS. Los equipos extintores que las contengan deben vaciarse para que éstas sean **gestionadas adecuadamente**.
  - **Al realizar reformas domésticas, y en el desmantelamiento y/o demolición de edificios construidos antes de 1989**, se debe fomentar el **uso de buenas prácticas** teniendo en cuenta lo establecido en el Real Decreto 105/2008 que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- **Promover la transmisión de información sobre la reutilización y tratamiento de nuevos aparatos eléctricos y electrónicos** entre los productores y los centros de reutilización e instalaciones de tratamiento y reciclado de residuos, con la finalidad de situar en el mercado productos medioambientalmente sostenibles.

## ¡RECUERDA!

Puntos de recogida de residuos

- **Puntos limpios fijos:** instalaciones ubicadas en ciudades y municipios destinados a la recogida de residuos que no pueden depositarse en los contenedores del servicio convencional.
- **Puntos limpios móviles:** vehículos adaptados para la recogida selectiva de residuos en localidades que no disponen de punto limpio fijo o en distintos puntos de las ciudades y municipios que se encuentran más alejados de las instalaciones fijas.
- **Grandes superficies y comercios de electrodomésticos:** cuando el usuario adquiere un nuevo producto puede, en el acto de la compra, entregar al distribuidor el aparato que se desecha (siempre que sea equivalente, no incluya otros residuos y no suponga un riesgo sanitario o de seguridad). Se han habilitado sistemas de gestión para tal efecto.



#### 4.2.3. Sustancias COP que se emiten de forma no intencional

De manera general, las siguientes medidas podrían ser útiles para reducir las emisiones no intencionales de COP:

- **Utilizar tecnologías que generen pocos residuos.**
- **Elegir procesos que conlleven sustancias menos peligrosas.**
- **Fomentar las técnicas de regeneración y reciclado** de los residuos y las sustancias generadas y utilizadas en los procesos.
- **Sustituir las materias primas susceptibles de contener COP o de liberarlos.**
- **Mejorar la gestión de los residuos** con el objetivo de poner fin a su quema a cielo abierto y otras formas incontroladas de quema, incluida la que se realiza en vertederos ilegales.
- **Evitar el uso del cloro elemental** o productos químicos que generan cloro elemental para el blanqueo.

Con respecto a los sectores industriales, todos los procesos y actividades identificados como generadores significativos de COP como las Dioxinas y Furanos se encuentran regulados en la UE por distintas normas y estrategias, y están sometidos a prescripciones para mejorar la eficacia y minimizar las emisiones de estas sustancias al entorno. Los niveles permitidos están a su vez regulados en alimentos y piensos, y en emisiones tanto atmosféricas como al medio acuático.

Los principales instrumentos utilizados para controlar las emisiones no intencionales de COP son las Mejores Prácticas Ambientales (MPA) y la Mejores Técnicas Disponibles (MTD), sobre las que el Convenio de Estocolmo ha elaborado directrices en función de la fuente de emisión.

Las MPA se definen como la aplicación de la combinación más adecuada de medidas y estrategias de control ambiental. En este sentido se han desarrollado actividades de carácter voluntario que contemplan la participación de las organizaciones en sistemas de gestión y auditoría ambiental EMAS e ISO 14001.

Las MTD se definen como aquellas tecnologías utilizadas en una instalación identificadas como las más eficaces para alcanzar un alto nivel de protección del medio ambiente y que pueden ser aplicadas en condiciones económica y técnicamente viables. En la UE se encuentran recogidas en documentos denominados BREF (del inglés *Best Available Techniques (BAT) Reference Documents*) y constituyen la referencia

obligada para el establecimiento de las condiciones de la autorización ambiental necesaria para la explotación de una instalación según la reciente Directiva de Emisiones Industriales. Los documentos BREF se pueden consultar en la página Web <http://www.prtr-es.es/>

En principio, se puede lograr la reducción de emisiones de Dioxinas y Furanos y otros COP mediante procesos de limpieza de gases de escape en fuentes industriales tales como: cámaras de post-combustión, sistemas de enfriamiento brusco, separación y extracción de polvo, procesos de depuración, procesos de adsorción, oxidación catalítica, etc.

Las técnicas que han resultado más efectivas para reducir COP de los gases de combustión son las que utilizan adsorbentes y control de partículas así como las que utilizan catalizadores.

El tratamiento de gases de combustión para eliminar contaminantes genera algunos residuos que a su vez tienen que ser gestionados. Los residuos pueden ser sólidos (ej., polvo de cámaras de filtros o de precipitadores electrostáticos), aguas residuales o lodos con cantidades variables de sólidos disueltos y suspendidos (ej., de precipitadores electrostáticos y otros depuradores en húmedo) o materiales adsorbentes usados (ej., resinas saturadas). Estos residuos pueden contener COP, materiales inertes y metales tóxicos como arsénico, plomo, cadmio, mercurio y otros.

Entre las prácticas existentes para su tratamiento y eliminación se encuentran la descontaminación y la reutilización en el proceso en el que se generaron, si procede; la estabilización; la eliminación ulterior con técnicas como la vitrificación o el tratamiento catalítico o térmico; la incorporación a materiales de construcción de carreteras; y la eliminación con posible valorización en minas de sal o de carbón.

En cuanto a las fuentes no industriales, las medidas a considerar para reducir las emisiones no intencionales serían las siguientes:

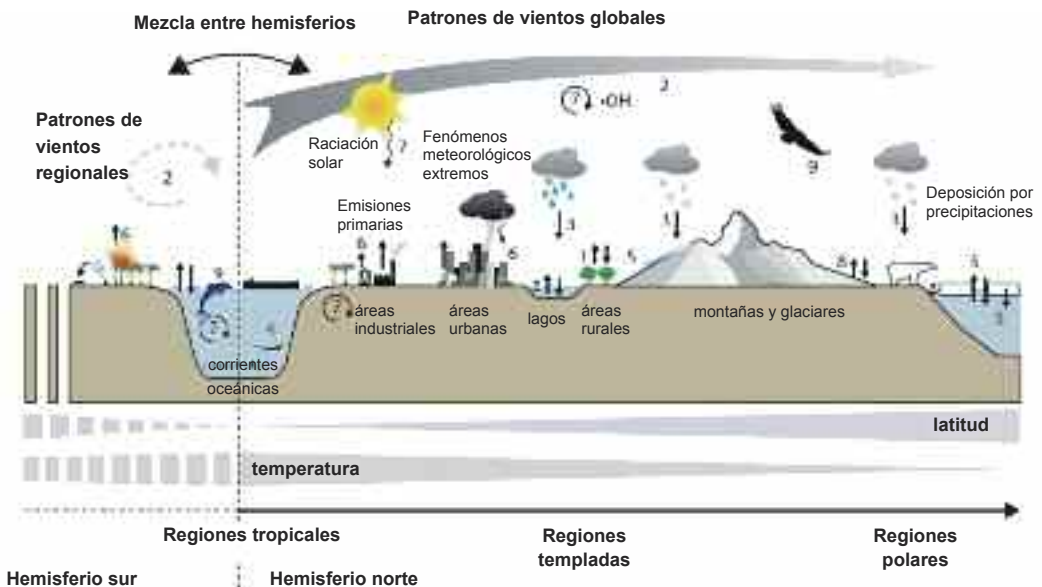
- **No enterrar o quemar deshechos domésticos.**
- **No intentar recuperar cobre mediante la quema a cielo abierto de hilos y cables recubiertos de plástico.**
- **Potenciar el compostaje de los restos vegetales.**
- **Evitar prácticas agrarias con manejo de fuego.**
- **Fomentar la quema eficiente de combustibles limpios para calefacción que no generen COP.**

- **No cocinar con leña** cuando ésta se encuentra contaminada con pinturas o se le hayan agregado otras sustancias para su conservación.
- **Consultar los valores límite de emisiones de COP al aire del tráfico rodado** establecidos por las administraciones competentes para que, en caso de superarlos, se tomen medidas para su reducción y control.

### 4.3. CAMBIO CLIMÁTICO Y COP

En otro orden de cosas se analiza a continuación, dada su importancia en el futuro, la relación entre el fenómeno de cambio climático y la existencia de COP en el medio ambiente.

El calentamiento global y el consiguiente cambio climático debido al aumento del CO<sub>2</sub> atmosférico se presenta como uno de los próximos y mayores desafíos para la humanidad. Muchos de los parámetros que regulan el transporte y las emisiones de los COP pueden verse afectados y, por ello, desde el Convenio ya se está estudiando como pueden afectar y modificar los patrones de comportamiento de los COP.



*Ilustración 11. Representación de los factores clave que influyen en el destino final de los COP en un escenario de cambio climático. Adaptado de la publicación "Climate change and POPs: predicting the Impact" de UNEP/AMAP, 2011*

(1) aumento de volatilización de fuentes secundarias (2) zonas de viento y velocidad (3) precipitación (4) corrientes oceánicas (5) deshielo del casquete polar y glaciares (6) frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos (7) degradación y transformación de COP (8) reparto ambiental (9) transporte biótico de COP.

Las emisiones primarias o directas pueden verse modificadas por un mayor uso, como el que puede darse si las zonas afectadas por malaria se expanden y se produce una mayor aplicación del DDT. Pero también por factores ambientales debidos al cambio climático, pues, al ser en su mayoría sustancias semivolátiles, un aumento en la temperatura también aumenta la liberación directa de los COP desde los productos que los contienen.

La posible disminución de las precipitaciones junto con un clima más árido en ciertas áreas podrá también dar lugar a un aumento en los incendios forestales y por tanto a un incremento en emisiones de COP.

Las emisiones secundarias son las que se producen debido a la movilización de COP ya emitidos y que se encontraban en reservorios o zonas sumidero. Se sabe que distintos fenómenos atmosféricos como el deshielo de glaciares, cambios en la cubierta del hielo polar, huracanes, inundaciones, incendios o cambios en el uso del suelo u otros fenómenos extremos, pueden aumentar esa movilización de COP y elevar los registros atmosféricos aumentando el nivel de fondo de los COP.

Medir en el ambiente los niveles de COP provenientes de emisiones directas (fuentes primarias) y diferenciarlas de la movilización de la contaminación de fondo (fuentes secundarias) es importante para evaluar la eficacia de las medidas adoptadas.

Los efectos de otras modificaciones debidas al cambio climático como la variación en las tasas metabólicas de las bacterias en suelos y aguas, la modificación de la salinidad marina, o las altas tasas de producción de fitoplancton, son difíciles de predecir aunque podrían ser las causantes de una mayor dispersión de COP a través de la cadena alimentaria.

El esfuerzo a todos los niveles por parte de todos los agentes implicados es un elemento clave para disminuir las emisiones de agentes contaminantes y traerá como resultado beneficios de reducción de contaminación global a todas las escalas.



## 5. Referencias

- Barra, R. (2007). Criterios para seleccionar sustancias tóxicas persistentes para la construcción de la Base de Datos sobre Sustancias Tóxicas Persistentes y Metales Pesados. Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, Universidad de Concepción.
- BIPRO (2010). Study on waste related issues of newly listed POPs and candidate POPs.
- CNR COP (2011). Sustitución de PBDEs-retardantes de llama.
- CNR COP (2011). Sustitución de PFOS y sustancias relacionadas.
- Colborn, T. Myers, J.P. y Dumanoski, D. (1997). Nuestro Futuro Robado. Madrid. Ed. Ecoespaña.
- EFSA (2005a). Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to aldrin and dieldrin as undesirable substance in animal feed. Autoridad Europea en Sanidad Alimentaria (del inglés European Food Safety Authority). EFSA Journal (2005)285, 1-43. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/285.htm>
- EFSA (2005b). Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to endrin as undesirable substance in animal feed. Autoridad Europea en Sanidad Alimentaria (del inglés European Food Safety Authority). The EFSA Journal (2005) 286, 1-31. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/286.htm>
- EFSA (2006a). Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to Hexachlorobenzene as undesirable substance in animal feed. Autoridad Europea en Sanidad Alimentaria (del inglés European Food Safety Authority). The EFSA Journal (2006) 402, 1-49. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/402.htm>
- EFSA (2006b). Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to DDT as an undesirable substance in animal feed. Autoridad Europea en Sanidad Alimentaria (del inglés European Food Safety Authority). The EFSA Journal (2006) 433, 1-69. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/433.htm>



- EFSA (2007). Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on chlordane as undesirable substance in animal feed. Autoridad Europea en Sanidad Alimentaria (del inglés European Food Safety Authority). The EFSA Journal (2007)582, 1-52. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/582.htm>
- EFSA (2012). Perfluoroalkylated substances in food: occurrence and dietary exposure. Autoridad Europea en Sanidad Alimentaria (del inglés European Food Safety Authority). The EFSA Journal 2012; 10(6):2743. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2743.htm>
- ESFA (2010). Results of the monitoring of non dioxin-like PCBs in food and feed. Autoridad Europea en Sanidad Alimentaria (del inglés European Food Safety Authority). The EFSA Journal 2010; 8(7): 1701. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1701.htm>
- Fernández Bremauntz, A., Yarto Ramírez, M. y Castro Díaz, J. (2004). Las sustancias tóxicas persistentes en México. México D.F.: INE/SEMARNAT.
- Frank Wania and Donald Mackay (1996). Tracking the distribution of Persistent Organic Pollutants. Environmental Science and Technology 1996, vol 30, n° 9, pp. 390A-396A.
- Generalitat de Catalunya (2011). Guia d'alternatives d'us dels nous contaminants orgànics persistents (COP) incorporats al Conveni d'Estocolm. Manuals d'eogestió 32.
- Global Monitoring Plan for Persistent Organic Pollutants, PNUMA (2009). First Regional Monitoring Report. Under the Stockholm Convention Article 16 on Effectiveness Evaluation. WEOG Region. January 6 (2009).
- Henry Wöhrnschimmel, Pascal Tay, Harald von Waldow, Hayley Hung, Yi-Fan Li, Matthew MacLeod, and Konrad Hungerbühler.(2012). Comparative Assessment of the Global Fate of  $\alpha$ - and  $\beta$ -Hexachlorocyclohexane before and after Phase-Out. Environmental Science and Technology 2012, vol 46, n° 4, pp. 2047-2054.
- Mörner, J., Bos, R. y Fredrix, M. PNUMA- IOMC (2002). Reducción y eliminación del uso de plaguicidas orgánicos persistentes - Documento de Orientación sobre estrategias alternativas para el manejo sostenible de plagas y vectores. Ginebra, Suiza.

- OCU (2011). Contaminantes persistentes: veneno en casa. <http://www.ocu.org/consumo-familia/nc/nota-prensa/contaminantes-persistentes-veneno-en-casa563804>  
[http://www.aspec.org.pe/internacional\\_12.12.11.php](http://www.aspec.org.pe/internacional_12.12.11.php)
- PNUMA Subdivisión de Productos Químicos (2005). Emisiones de Dioxinas por quema incontrolada de biomasa. Ginebra, Suiza.  
<http://www.chem.unep.ch/pops/pdf/cpf/Informe%20Biomasa.pdf>
- PNUMA (2010). Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) enmendado en 2009. Texto y anexos.
- PNUMA (2010). Eliminando los COP del mundo: Guía del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. <http://chm.pops.int/Convention/Media/Publications/tabid/506/Default.aspx>
- Ritter, L. et al. IPCS (1995). Persistent Organic Pollutants: An Assessment Report on: DDT, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Chlordane, Heptachlor, Hexachlorobenzene, Mirex, Toxaphene, Polychlorinated Biphenyls, Dioxins, and Furans.
- Secretaría del Convenio de Estocolmo sobre los contaminantes orgánicos persistentes, PNUMA (2008). Directrices sobre mejores técnicas disponibles y orientación provisional sobre mejores prácticas ambientales conforme al Artículo 5 y Anexo C del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes.
- Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants, POPs Review Committee (POPRC), UNEP (2009). Guidance on flame-retardant alternatives to pentabromodiphenyl ether (PentaBDE) - UNEP/POPS/POPRC.4/INF/13.
- Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants, UNEP (2009). The nine new POPs – An introduction to the nine Chemicals added to the Stockholm Convention by the Conference of the Parties at its fourth meeting.
- Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants POPs Review Committee (POPRC), UNEP (2010). Draft guidance document on alternatives to perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) and its derivatives.
- The Environment Agency. UK, (2010). Hexachlorobenzene (HCB) in fireworks - Guidance Note. [http://www.environment-agency.gov.uk/static/documents/Business/HCB\\_in\\_Fireworks\\_Guidance\\_Note.pdf](http://www.environment-agency.gov.uk/static/documents/Business/HCB_in_Fireworks_Guidance_Note.pdf)

UNDESA, Stockholm Convention, UNEP (2010). Practices in the sound management of chemicals.

UNECE (2010). Hemispheric Transport of air pollution 2010. Part C: Persistent Organic Pollutants. Air pollution studies n° 19.

UNEP / AMAP (2011). Climate change and POPs: Predicting the impacts.



## PÁGINAS WEB CONSULTADAS:

<http://chm.pops.int/>

[http://www.unece.org/env/lrtap/pops\\_h1.html](http://www.unece.org/env/lrtap/pops_h1.html)

<http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sustancias-quimicas/contaminantes-organicos-persistentes-cop/>

<http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevenccion-y-gestion-residuos/>

<http://www.cnrcoop.es/gc/home-es-ES/>

<http://www.pnuma.org/>

<http://www.chem.unep.ch/>

<http://www.cprac.org/es>

<http://www.pic.int/>

<http://www.basel.int/>

<http://www.ospar.org/>

<http://www.amap.no/>

[http://www.sust-chem.ethz.ch/research/groups/prod\\_assessment/Projects/GlazioPOP](http://www.sust-chem.ethz.ch/research/groups/prod_assessment/Projects/GlazioPOP)

<http://www.unepmap.org/index.php?module=content2&catid=001001004>

<http://www.imo.org/> (Convenio de Londres sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias)

<http://www.cec.org/>

<http://eur-lex.europa.eu/es/index.htm>

<http://www.boe.es/>

[http://ec.europa.eu/environment/pops/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/pops/index_en.htm)

<http://www.subsport.eu/>

<http://www.istas.net/risctox>

<http://www.istas.net/web/portada.asp>

<http://www.fao.org/> (Código internacional de conducta para la distribución y utilización de plaguicidas)

<http://www.who.int/ifcs/en/>

[http://www.aesan.msc.es/AESAN/web/cadena\\_alimentaria/subdetalle/org\\_dioxifuranos\\_pcb.shtml](http://www.aesan.msc.es/AESAN/web/cadena_alimentaria/subdetalle/org_dioxifuranos_pcb.shtml)

<http://www.msssi.gob.es/ciudadanos/productos.do?tipo=plaguicidas>



