

# Apuntes para trabajadores sobre ECOTÓXICOS

Identificación, efectos sobre el medio ambiente y la salud, e intervención



## Para más información:

www.ugtcl.es  
UGT Castilla y León  
Secretaría de Salud Laboral y Medio Ambiente  
C/Gamazo, 13. 47004 Valladolid.  
Teléfono: 983 329 085  
ffernandez@castyleon.ugt.org



Junta de  
Castilla y León



Castilla  
y León



Junta de  
Castilla y León



Castilla  
y León

## Índice

<b>Presentación</b> .....	1
<b>Introducción</b> .....	3
<b>1. Contaminación química. Ecotóxicos</b> .....	7
<b>2. Principales sustancias ecotóxicas</b> .....	19
<b>3. Compuestos Orgánicos Persistentes (COP)</b> .....	27
3.1 Compuestos organometálicos .....	37
3.2. Retardantes de llama bromados .....	44
3.3 Alquilfenoles y sus derivados. ....	46
3.4 Ftalatos (Ésteres de ftalato) .....	48
3.5 Bisfenol A .....	50
3.6 Los COP como alteradores endocrinos .....	52
<b>4. Intervención sindical ante el riesgo ecotóxico</b> .....	59
4.1 Instrumentos para la acción sindical .....	59
4.2 Identificación de las sustancias potencialmente ecotóxicas .....	63
4.3 La evaluación de los riesgos ecotóxicos .....	71
4.4 Cómo actuar para llevar a cabo una adecuada prevención ante el riesgo ecotóxico .....	80
4.5 La sustitución es la solución. Tendiendo hacia la producción más limpia .....	83
<b>Glosario</b> .....	95
<b>Bibliografía</b> .....	97

## Apuntes para trabajadores sobre ECOTÓXICOS

Identificación, efectos sobre el medio ambiente y la salud, e intervención

### Proyecto y realización:

Secretaría de Salud Laboral y Medio Ambiente  
UGT Castilla y León  
C/Gamazo, 13 - 47004 Valladolid

### Diseño y contenido:

Carlos Manuel Morales de Frías  
© U.G.T.- Cyl

Enero de 2011

<sup>11</sup>De todos los animales, el que tiene ahora más contaminantes en el cuerpo eres tú<sup>11\*</sup>;

\*Nicolás Olea, Catedrático de Medicina de la Universidad de Granada.

## Presentación

Hacia la década de 1960, los daños ambientales asociados al surgimiento de la industria de sustancias químicas sintéticas comenzaron a hacerse visibles.

El libro *Primavera silenciosa* (1962) de Rachel Carson, informó acerca del uso difundido del DDT y otros plaguicidas químicos, y documentó la forma en que esto había alterado los ecosistemas. Aunque el libro de Carson estaba dedicado principalmente a los efectos de los plaguicidas en los ecosistemas naturales, incluía información y argumentos que mostraban que los plaguicidas también envenenaban a la gente y contribuían al cáncer y a otras enfermedades. Cuando estaba por terminar su libro, Rachel Carson se enteró de que ella misma tenía cáncer de mama. Murió en 1964.

Carson y muchos otros contribuyeron a aumentar la comprensión científica y popular del daño que causa la exposición a sustancias químicas tóxicas en la salud humana y los ecosistemas. Esto se tradujo en presión pública sobre los gobiernos de muchos países para que regularan y controlaran cualquier forma de contaminación tóxica. En respuesta a éstas y a otras preocupaciones surgió la legislación ambiental, como un sistema diferenciado. En 1972, las Naciones Unidas convocaron a la primera gran Conferencia Internacional sobre el Medio Ambiente y establecieron su propio programa ambiental (PNUMA). La mayoría de los países enriquecidos adoptaron leyes y regulaciones para eliminar gradualmente y prohibir la producción continuada y el uso de DDT y PCB. Muchos prohibieron también las pinturas para interiores que contienen plomo y comenzaron a eliminar gradualmente los aditivos de plomo en la gasolina. En forma más general, muchos países comenzaron a reglamentar y controlar el uso de plaguicidas y aprobaron leyes para controlar las sustancias tóxicas, la contaminación del agua, la contaminación del aire y las prácticas de gestión de los residuos.

La primera generación de leyes y controles ambientales resultó con frecuencia inadecuada, y su cumplimiento fue a menudo débil o inconsistente. Algunas empresas lograron ejercer su poder

económico y político para evitar su cumplimiento. Este pulso por la regulación de las sustancias químicas ha supuesto para sindicatos y otras organizaciones sociales un gran sufrimiento como consecuencia de las frecuentes decepciones por los fracasos de las nuevas generaciones normativas y de las agencias encargadas de hacerlas cumplir, situación que se mantiene una vez aprobado el Reglamento REACH, a pesar de ofrecer más coherencia y con potencial para mejorar la prevención y gestión del riesgo en las empresas, pero en cuyo marco hoy se continúa presionando a favor de una mejor protección para los lugares de trabajo y de los ecosistemas.

Los sindicatos ocupan un lugar esencial en la sensibilización de los trabajadores sobre los impactos de los químicos industriales en la salud laboral y medioambiental, en la promoción y la demanda de programas de seguridad química a los sectores públicos y privados, así como en la formación de los trabajadores para que éstos contribuyan y verifiquen la correcta implementación de las medidas adoptadas. En este contexto, UGT Castilla y León identifica la contaminación ecotóxica como una prioridad en la acción sindical, fruto de la cuál surge "*Apuntes para trabajadores sobre ecotóxicos*".

Orientado hacia delegados de prevención y de medio ambiente, su objetivo es aumentar el conocimiento y comprensión sobre la gestión racional y sostenible de sustancias químicas y la gestión de riesgos relacionados en los puestos de trabajo, considerando las consecuencias de su uso para el medio ambiente y la salud pública.

Esperamos que esta guía se configure como una útil y efectiva herramienta para lograr estos objetivos.

Fernando Fernández Arroyo  
Secretario de Salud Laboral y Medio Ambiente\*  
UGT Castilla y León

\* En funciones.

## Introducción

Las sustancias químicas se han convertido en parte indispensable de nuestras vidas, dan soporte a muchas de nuestras actividades, previenen y controlan enfermedades, y aumentan la productividad agrícola.

Los químicos sintéticos utilizados en la agricultura ayudan a producir más alimentos y a un menor coste económico. Las sustancias químicas proporcionan fibras sintéticas para los tejidos, y moléculas para producir medicinas. Proporcionan, además, los materiales básicos para la producción de coches, teléfonos y ordenadores, además de muchos materiales para la construcción y mobiliario. Los beneficios son inmensos.

No obstante, los químicos pueden también causar daños irreversibles a la salud humana como consecuencia de los riesgos de exposición en aquellos centros de trabajo donde están presentes: Durante el proceso de producción, almacenaje, manipulación, transporte, uso y eliminación de sustancias químicas, además de los derivados de emisiones y vertidos ilegales. De hecho, millones de trabajadores están expuestos a sustancias químicas diariamente, no sólo en la industria química sino también en aquellos sectores donde se utilizan (agricultura, construcción, sector de la madera, del automóvil, textil, de la electrónica, y farmacéutica, entre otros).

### Los químicos peligrosos son, a nivel mundial, una causa significativa de mortalidad profesional.

Según la Organización Internacional del Trabajo, las sustancias peligrosas matan alrededor de 438.000 trabajadores anualmente, se estima que 10% de los cánceres de piel son atribuibles a la exposición a sustancias peligrosas en los puestos de trabajo. Además, la Organización Mundial de la Salud indica que aproximadamente 125 millones de trabajadores están expuestos al amianto a nivel mundial, con el resultado de al menos 90.000 muertes al año, y con una tendencia creciente.

Sin embargo, el riesgo químico no se limita al interior de las empresas que utilizan sustancias peligrosas. A través de las aguas residuales, emisiones de sistemas de ventilación y chimeneas, residuos e incluso a través de los propios productos que se fabrican, las sustancias peligrosas llegan al medio ambiente, contaminando el aire, el agua, el suelo y los alimentos, dispersándose incluso a miles de kilómetros, dañando la salud de la población y de otros seres vivos. Su persistencia en el medio ambiente unido a su capacidad de acumulación en los seres vivos explica que sean los trabajadores los que sufran por partida triple la exposición a sustancias químicas peligrosas y el padecimiento de ciertos tipos de cáncer, alergias y trastornos del sistema hormonal: Como asalariados, como consumidores y como habitantes de un planeta cada vez más contaminado.

### Todos estamos contaminados.

Al parecer, y por diferentes motivos, todos nosotros podemos estar contaminados por un variado cóctel de sustancias persistentes bioacumulativas. Los trabajadores, consumidores y todos aquellos que están en contacto con sustancias químicas en el lugar de trabajo combinan la exposición laboral, con la exposición diaria a través de los productos de consumo. Entre tantos ejemplos conocidos de sustancias químicas ampliamente utilizadas que pueden dañar la salud y el medio ambiente, debemos mencionar el amianto, causante de cáncer de pulmón y mesotelioma, el benceno procedente de los vapores de combustible y del humo de los cigarrillos, que provoca leucemia, el níquel de las joyas, que es el alérgico por contacto más común y por último el insecticida DDT, cuyo uso intensivo ha causado trastornos hormonales.

El reto debe ser ahora abordado, puesto que es una lucha para el futuro del planeta, un tema de supervivencia de las otras especies y de calidad de vida para los seres humanos.

Uno de los motivos básicos de la degradación ambiental causada por las sustancias químicas es la falta de conocimientos sobre las propiedades peligrosas inherentes de muchas sustancias químicas que se encuentran en el mercado, y sobre cómo asegurar

un uso seguro y racional. La consecuencia directa de esta falta de información es que muchas sustancias químicas peligrosas no están clasificadas como tales, y por lo tanto son vendidas sin las etiquetas o fichas de datos de seguridad adecuadas, lo que provoca que muchos químicos sean utilizados en el lugar de trabajo sin que se conozcan suficientemente, o a tiempo, sus potenciales efectos para la salud de los trabajadores expuestos y para el medio ambiente.

Así, "*Apuntes para trabajadores sobre Ecotóxicos*" se presenta como instrumento informativo que tiene como objetivos:

- Presentar la problemática generada por las sustancias químicas que tienen su origen en la actividad industrial.
- Informar sobre las principales sustancias ecotóxicas y sus consecuencias sobre el medio ambiente y la salud humana.
- Aportar criterios que posibiliten el desarrollo de labores de interpretación de la información sobre los riesgos sobre la salud y el medio ambiente de los productos químicos utilizados en el puesto de trabajo.
- Reconocer la principal normativa que regula la clasificación, el etiquetado y el envasado de las sustancias químicas.
- Poner al alcance las oportunidades de participación e intervención sindical ante el riesgo ecotóxico.
- Identificar los principios de prevención y sustitución, y el concepto de producción limpia.

## 1. Contaminación química. Ecotóxicos

Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o bien, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos. La contaminación ambiental es también la incorporación a los cuerpos receptores de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, o mezclas de ellas, siempre que alteren desfavorablemente las condiciones naturales de los mismos, o que puedan afectar la salud, la higiene o el bienestar del público.

Hay tres tipos de agentes contaminantes:

- ➔ **Químicos:** Incluyen tanto sustancias orgánicas como inorgánicas como metales pesados, halógenos, ácidos, compuestos muy alcalinos, plaguicidas, hidrocarburos, etc.
- ➔ **Biológicos:** Incluyen aquellas bacterias y virus que tienen la capacidad de inducir enfermedades en organismos vivientes o alterar las condiciones de un ecosistema.
- ➔ **Físicos:** Incluyen a elementos que raramente son vistos como “contaminantes”: Ruido y vibración, calor y frío, radiación electromagnética no-ionizante, tales como iluminación infrarroja e iluminación visible, y radiación ionizantes, como los rayos-X.

En el caso de los contaminantes químicos, aunque pueden proceder de ciertas manifestaciones de la naturaleza (fuentes naturales), lo más común es que procedan de los diferentes procesos productivos del hombre (fuentes antropogénicas) que conforman las actividades de la vida diaria, ya sean de forma intencionada o no.

Las fuentes más significativas que generan contaminación de origen antropogénico son: Industriales y extractivas, comerciales, agrarias, domiciliarias y fuentes móviles (gases de combustión de vehículos). Los riesgos de exposición pueden ser de carácter directo,

ligado a actividades laborales (durante el proceso de producción, almacenaje, manejo, transporte, uso y eliminación de sustancias químicas, además de a través de sus emisiones y vertidos), o de carácter indirecto, a través de la exposición ambiental (es decir, el aire ambiente o a través de las cadenas alimentarias y las fuentes de agua para el consumo).

Así, un contaminante químico puede afectar al medio ambiente, entendiéndose que tiene capacidad de producir efectos adversos tanto sobre los aspectos naturales como sobre los humanos de parte de un ecosistema. Esta definición es coherente con lo contemplado en la norma UNE 150008<sup>1</sup> sobre *análisis y evaluación del riesgo ambiental*, que incluye como “factor ambiental” el **Medio Físico** (clima, calidad del aire, del agua y del suelo), el **Medio Humano y Socioeconómico** (salud, bienestar, mortalidad, morbilidad, estructura territorial: servicios y usos del suelo, estructura social y económica de la población, patrimonio histórico cultural, paisaje y cuencas visuales), y el **Medio Biótico** (flora y vegetación, fauna, estructura de ecosistemas, especies y espacios protegidos).

Se pueden identificar algunos de los más relevantes:

- **Gases de efecto invernadero.** Potencian el calentamiento global de la atmósfera. Los principales gases, ordenados por orden de importancia son: Vapor de agua, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxidos de nitrógeno (NOx), ozono (O<sub>3</sub>), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbono (PFC), y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).
- **Destruyores de ozono estratosférico.** Debilitan la capa de ozono que protege a la atmósfera de la radiación ultravioleta. Destacan: Clorofluorocarbono (CFC), hidroclorofluorocarbono (HCFC), NOx, halones, tetracloruro de carbono, bromuro de metilo, etc.
- **Contaminantes persistentes y bioacumulativos.** Sustancias

1) El objetivo principal de la UNE 150008:2008 es describir el método para analizar y evaluar el riesgo ambiental, así como establecer las bases para una gestión adecuada de estos riesgos en cualquier organización. Da cumplimiento a una parte de los requisitos establecidos por la **Ley 26/2007** de Responsabilidad Medioambiental y el **R.D. 2090/2008** que la desarrolla.

tóxicas, generalmente artificiales, con graves efectos para la salud y el medio ambiente. Destacan los Compuestos Orgánicos Persistentes o COP –plaguicidas, compuestos organohalogenados, dioxinas y furanos, disolventes orgánicos, Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP), etc.–, metales pesados y sus compuestos, o contaminantes ácidos y alcalinos.

- **Precursores de otros contaminantes.** Consecuencia de transformaciones fotoquímicas, reacciones sinérgicas, productos de degradación, etc. Destacan: NOx, CO y los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) –ya tóxicos por sí mismos–, que proceden de la quema de combustibles fósiles y de disolventes, pinturas, adhesivos, plásticos, o aromatizantes. Los contaminantes resultantes más importantes son el material particulado y el ozono troposférico, responsables de la denominada “niebla fotoquímica”.

- **Eutrofización y acidificación.** Contaminación más común en las masas de agua y suelos. Destacan, respectivamente, el nitrógeno y el fósforo por un lado, y la combustión de compuestos de azufre y nitrógeno, o la emisión de ácido clorhídrico, por otro.

De entre estos grupos de contaminantes químicos se encuentran los que, además, son tóxicos, es decir, capaces de inducir o provocar daños en poblaciones de organismos vivos, incluyendo la salud humana. De esta forma, podemos afirmar que todos los tóxicos son contaminantes, pero no todos los contaminantes son tóxicos<sup>2</sup>.

Esta capacidad de las sustancias tóxicas de alterar los equilibrios biológicos se denomina ecotoxicidad, y de ahí que se denominen **ecotóxicos**.

Los ecotóxicos suelen caracterizarse por su calidad de:

➔ **Persistentes.** Es decir, resisten la degradación física, química y biológica. Por lo tanto, una vez que un ecotóxico ingresa al

2) Por ejemplo, el CO<sub>2</sub> es un compuesto natural presente en el aire que en las concentraciones en que aparece en la naturaleza resulta inocuo, sin embargo, el aumento de su concentración en la atmósfera como consecuencia de la quema de combustibles fósiles es una de las causas fundamentales del calentamiento global.

➔ medio ambiente, permanece allí durante un largo tiempo.

➔ **Bioacumulativos.** Esto significa que pueden acumularse en los tejidos adiposos de los seres vivos cuando entran en contacto con ellos. De esta forma, la sustancia entra en la cadena trófica y la contamina. Además, generalmente, la concentración de esta sustancia asciende en la cadena alimentaria, en lo que se denomina *biomagnificación*. Los humanos estamos en la cima de la cadena alimentaria y, como resultado, somos muy vulnerables. Los bebés humanos, un escalón más arriba que sus madres en la cadena, son incluso más vulnerables.

➔ **Potencial de transporte a gran distancia en el medio ambiente.** Esta característica se desprende a partir de varios estudios en los que se han encontrado rastros de ecotóxicos en lugares remotos donde nunca ha existido un uso o exposición a los mismos en cantidades significativas.



La minería genera o emplea en sus procesos productos potencialmente tóxicos, y por tanto, se puede considerar una actividad de riesgo para la salud y el medio ambiente. Además, pone a disposición de los agentes naturales una serie de compuestos químicos elevadamente ecotóxicos, que afectan o pueden afectar a la calidad del suelo, a las aguas subterráneas y superficiales, a la salud humana, a la fauna y flora, e incluso a la calidad del aire circundante.

**Fotografía:** Lorenzo Ferrero Garrote. Archivo de UGT Castilla y León.

puediendo llegar hasta el ser humano. Esta propiedad se mide habitualmente por medio del *Factor de Bioconcentración*.

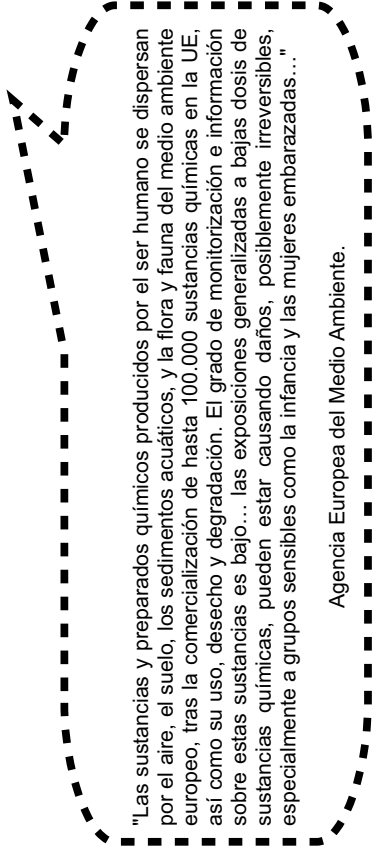
**3º) Transformaciones** de los compuestos como resultado de reacciones químicas o de procesos biológicos. Estos cambios pueden representar unas veces un incremento y otras una reducción de la toxicidad. El conocimiento de los factores de bioconcentración es útil para la evaluación del riesgo de exposición y estimar las consecuencias a largo plazo, así como para establecer los niveles legales en agua y alimentos.

**B) Toxicodinámica.** La acción del tóxico desencadena efectos en el medio, la respuesta de los elementos y comunidades vivas y la reacción global del ecosistema. Como es natural, los ecotóxicos más preocupantes son aquellos más persistentes en el ecosistema, pues son los que más posibilidades tienen de ocasionar un daño a través de su bioacumulación y/o su biomagnificación.

Las acciones tóxicas, al igual que ocurre en relación a la salud laboral, pueden ser de carácter agudo o crónico, y frecuentemente los efectos se presentan de forma diferida (después de tiempos de latencia); sin embargo, hay una gran diferencia pues la *ecotoxicología* no considera las acciones sobre individuos aislados sino sobre las poblaciones y sobre el equilibrio del ecosistema. En otras palabras, lo que interesa es la repercusión final en el equilibrio del ecosistema del efecto ejercido por un agente tóxico sobre alguno de sus componentes. Para que el ecosistema se desequilibre este efecto debe alterar la viabilidad de alguna de las poblaciones que la integran (Cuadro 1).

No obstante, como consecuencia de la gran diversidad de sustancias que se liberan al medio ambiente y de las múltiples reacciones posibles que pueden tener lugar entre ellas, los efectos del tóxico pueden ser complejos y difíciles de determinar. Es lo que se denomina *acción ecotóxica múltiple*.

La magnitud de la respuesta tóxica en un organismo determinado depende de la exposición (dosis, tiempo, ruta y vía de exposición) y de factores relacionados con las características del



"Las sustancias y preparados químicos producidos por el ser humano se dispersan por el aire, el suelo, los sedimentos acuáticos, y la flora y fauna del medio ambiente europeo, tras la comercialización de hasta 100.000 sustancias químicas en la UE, así como su uso, desecho y degradación. El grado de monitorización e información sobre estas sustancias es bajo... las exposiciones generalizadas a bajas dosis de sustancias químicas, pueden estar causando daños, posiblemente irreversibles, especialmente a grupos sensibles como la infancia y las mujeres embarazadas..."

Agencia Europea del Medio Ambiente.

El tránsito de un ecotóxico en un ecosistema u organismo vivo incluye la concatenación de una serie de procesos como son los siguientes: Absorción, distribución, fijación y excreción, a lo largo de todos los cuáles la molécula ecotóxica experimenta numerosas variaciones bioquímicas. Todo este ciclo se estudia bajo en nombre de *toxicocinética*, denominándose *toxicodinámica* a la acción del tóxico y la respuesta del ecosistema:

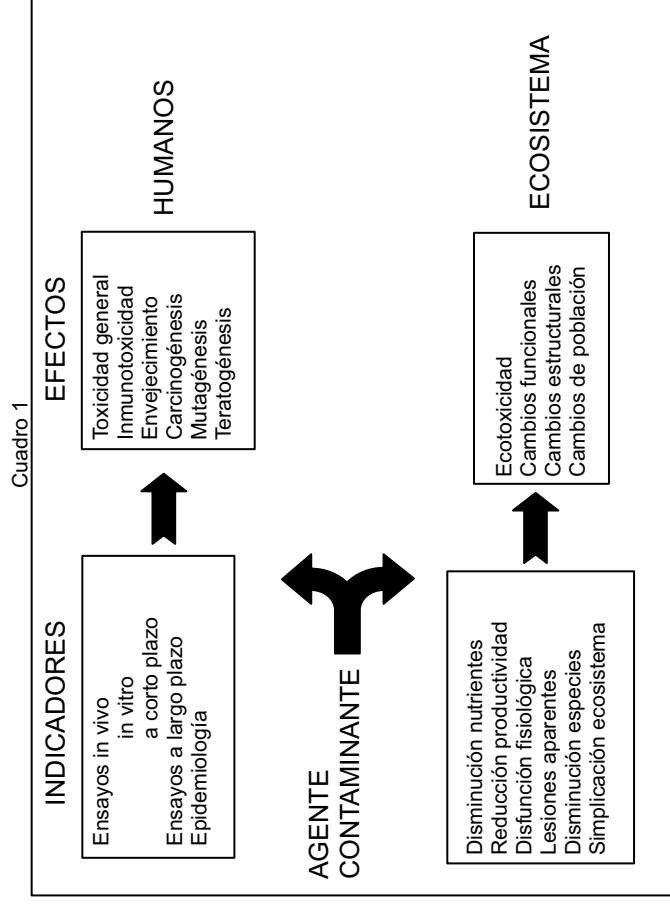
**A) Toxicocinética.** Incluye tres fases:

**1º) Transporte.** El compuesto entra por el aire en forma de vapor o de gas, arrastrado o diluido por el agua de lluvia, de riego, etc., o, a veces, difundándose por materiales permeables. Se introduce así en las cadenas alimenticias y en los ciclos biogeológicos, alterándolos. Los principales ciclos son el del agua, el del carbono, el del azufre y el del nitrógeno y revisten gran interés por su enorme impacto, los del ozono, fósforo, arsénico, mercurio, cadmio, plomo, selenio, el de las nitrosaminas y el de los productos organoclorados (plaguicidas, bifenilos, PCB, etc.).

**2º) Ingreso y acumulación** en el medio y en los organismos (bioacumulación). Muchos ecotóxicos interactúan rápidamente con diversos organismos, una capacidad a la que se denomina *biodisponibilidad*. La sustancia se incorpora en la cadena trófica y va incrementando su concentración en las distintas especies

organismo expuesto, del medio ambiente y de la sustancia misma. Para medir la acción ecotóxica se utilizan los siguientes conceptos:

- **Efectos agudos:** “Dosis Letal Media” (DL50), parámetro que indica la dosis que produce la muerte al 50% de los individuos de la especie experimental. Normalmente expresada como miligramos o gramos de material por kilogramo de peso del animal.
- **Efectos crónicos:** “Concentración de Inhibición del Crecimiento” o, en el caso de pequeños invertebrados, “Concentración de Inmovilización” (CI50) parámetro que indica la concentración de un tóxico en el aire, agua o tierra, que inhibe el crecimiento o la movilidad del 50% de la población expuesta.



Fase toxicodinámica de un agente contaminante en el ecosistema.

## Compromisos intergubernamentales sobre la gestión de sustancias químicas

A lo largo de los años 80 y 90 diferentes foros internacionales, políticos, sociales y científicos, iban advirtiendo sobre la necesidad de proteger la salud y el medio ambiente de los riesgos de las sustancias químicas. Los conocimientos científicos sobre la dispersión global de sustancias tóxicas, los graves daños que estaban ocasionando sobre la fauna y las advertencias sobre posibles efectos sobre la salud humana dieron la voz de alarma a los foros políticos sobre la necesidad de actuar. De esta forma, se han elaborado numerosos acuerdos multilaterales relacionados con el medio ambiente y la gestión racional de los productos químicos. Los acuerdos más conocidos son el “**Protocolo de Montreal** relativo a las sustancias que destruyen la capa de ozono”<sup>3</sup>, el “Convenio para la protección del medio marino del Atlántico Nordeste” (**Convenio OSPAR**)<sup>4</sup>, el “**Convenio de Estocolmo** sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes”<sup>5</sup>, el “**Convenio de Róterdam** sobre el procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo”<sup>6</sup>, el “**Convenio de Basilea** sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación”<sup>7</sup>, y el más reciente “Enfoque estratégico para la gestión de los productos químicos en el ámbito internacional”

3) Tras el descubrimiento del agujero de ozono en la Antártida a fines de 1985, los gobiernos reconocieron la necesidad de adoptar medidas más estrictas para reducir la producción y el consumo de una serie de CFC y varios halógenos. El Protocolo de Montreal se adoptó el 16 de septiembre de 1987 y entró en vigor en 1989.

4) OSPAR elabora planes para la reducción y cese del empleo de sustancias persistentes, tóxicas y susceptibles de bioacumulación que provengan de fuentes terrestres y de actividades desarrolladas mar adentro. Entró en vigor en 1998.

5) Su objetivo es el de proteger la salud humana y el medio ambiente de los COP. Establece una lista inicial pero no cerrada de 12 sustancias químicas (nueve compuestos químicos prioritarios a ser eliminados, de ellos ocho son plaguicidas: Aldrin, endrin, dieldrin, toxafeno, mirex, heptacloro, DDT, clordano, y un producto de uso industrial: PCB, y tres cuya generación deberá ser reducida al máximo el: HCB, que puede ser plaguicida o producto industrial, y dos subproductos generados de manera no intencional: dioxinas y furanos), que deben ser controlados por los gobiernos Partes. Fue adoptado en 2004. España adoptó un Plan Nacional de Aplicación desde el año 2007.

6) Su objetivo es promover la responsabilidad compartida en el comercio internacional de ciertos productos químicos peligrosos (plaguicidas y sustancias de uso industrial) y contribuir a su utilización ambientalmente racional. Establece para este tipo de comercio, un procedimiento previo por el que el posible exportador está obligado a notificar e informar acerca de las características del producto al posible importador y éste tiene que manifestar su consentimiento. Entró en vigor en 1998.

7) Adoptado en 1989, tiene por objeto controlar las exportaciones e importaciones de residuos peligrosos y su eliminación, así como reducir el volumen de los intercambios de residuos peligrosos con el fin de proteger la salud humana y el medio ambiente.

## (SAICM)<sup>8</sup>.

Sin embargo, la preocupación de ciudadanos, científicos, organizaciones sociales y trabajadores por los daños que las sustancias químicas ocasionan sobre la salud y el medio ambiente no ha cesado, en paralelo al reconocimiento de la necesidad de modificar las políticas de gestión de sustancias químicas.

Urgía dar una respuesta política a la preocupación sobre la presencia de sustancias tóxicas –en particular alteradores endocrinos y COP– en productos de consumo, agua de lluvia o alimentos, y la comprobación de su acumulación en sangre y tejidos humanos, incluyendo leche materna y sangre de cordón umbilical.

Así, tras cerca de 10 años de intenso debate en la Unión Europea, nace el **Reglamento REACH**<sup>9</sup> que entró en vigor el 1 de junio de 2007, estableciendo un completo sistema de registro, evaluación y autorización de sustancias químicas. REACH viene a sustituir a cerca de 40 normativas existentes relativas a la evaluación, restricción y clasificación de productos químicos comerciales que afecta a casi todas las sustancias y preparados químicos, incorporando las siguientes novedades:

- Antes de REACH había poca –o ninguna– información disponible sobre los potenciales impactos en la salud y en el medio ambiente para la mayoría de las sustancias químicas industriales en uso. Con arreglo a REACH, los fabricantes o importadores que deseen continuar vendiendo una sustancia química en el mercado europeo en volúmenes superiores a una tonelada por año deben preparar un paquete exhaustivo de datos e información sobre la sustancia química para los reguladores y los usuarios. Con ello se estable un nuevo principio, llamado a veces, *sin datos no hay venta*.
- Con arreglo a REACH, la información relevante sobre los

8) El objetivo del Enfoque Estratégico es cambiar la forma en que se producen y se utilizan las sustancias químicas a fin de minimizar los efectos dañinos para la salud humana y el medio ambiente. El SAICM fue adoptado con el consentimiento de los ministros de medio ambiente, ministros de salud y otros delegados de más de cien gobiernos que participaron en la primera Conferencia Internacional sobre Manejo de Sustancias químicas en 2006.

9) **Reglamento (CE) n.º 1907/2006** sobre Registro, Evaluación y Autorización de Productos Químicos.

impactos de las sustancias químicas en la salud y el medio ambiente deben ser puestos a disposición no sólo del gobierno sino también del público en general. Con esto se cumple un principio del SAICM que la sociedad civil siempre ha considerado muy importante: *El derecho a saber*.

- REACH también demanda la sustitución progresiva de las sustancias químicas más peligrosas cuando se hayan identificado alternativas adecuadas. Esta disposición crea incentivos económicos para las empresas que sean capaces de poner en el mercado alternativas más seguras, y conducirá a eventuales prohibiciones y eliminaciones graduales de las sustancias químicas peligrosas cuando existan alternativas más seguras. Este enfoque se denomina *Principio de sustitución*.
- REACH exige a los fabricantes, importadores y usuarios intermedios que garanticen que las sustancias químicas que fabrican, colocan en el mercado o utilizan, no tengan efectos adversos para la salud humana o el medio ambiente.
- REACH introduce el principio de precaución al establecer un marco para eliminar del mercado algunas de las sustancias denominadas *Sustancias Extremadamente Preocupantes (SEP)*<sup>10</sup> en caso de existir alternativas viables más seguras en el mercado.
- REACH crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos (ECHA) para gestionar los aspectos técnicos, científicos y administrativos del reglamento.

10) Las SEP se describen en el Artículo 57 del Reglamento REACH. Estas sustancias se identifican según lo establecido por la ECHA :

- Sustancias **CMR**: sustancias carcinogénicas, mutagénicas o tóxicas para la reproducción.
- Sustancias **PBT**: sustancias persistentes, bioacumulativas y tóxicas.
- Sustancias **MPMB**: sustancias muy persistentes y muy bioacumulativas.
- Sustancias identificadas a partir de la evidencia científica, como probables causantes de efectos graves para la salud humana o el medio ambiente (por ejemplo, los alteradores endocrinos).

De momento, la ECHA tan sólo ha reconocido unas 40 SEP para su incorporación a la lista de sustancias candidatas sujetas a autorización, lo que da cuenta de la lentitud del procedimiento y justifica la crítica por parte de las organizaciones no gubernamentales y sindicatos, ya que existen al menos 1.500 sustancias altamente preocupantes, según los criterios de la norma REACH.

## Clasificación y etiquetado

La ECHA se vio investida de nuevas atribuciones a principios de 2009, cuando el Reglamento de la UE sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (**Reglamento CLP**<sup>11)</sup>) vino a complementar al REACH. Este Reglamento también tiene por objeto proteger la salud humana y el medio ambiente y la libre circulación de sustancias mediante la integración de los criterios de clasificación del Sistema Globalmente Armonizado de las Naciones Unidas (SGA de la ONU) en la legislación de la UE.



El nuevo Reglamento CLP sobre clasificación, etiquetado y envasado introduce nuevos pictogramas y sustituye las frases R y S por las frases H y P, respectivamente.

11) El **Reglamento (CE) nº 1272/2008** sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas o Reglamento CLP establece la modificación del sistema de clasificación, etiquetado y envasado de productos químicos peligrosos, regulado hasta ahora por los Reales Decretos 363/1995 y 255/2003, para sustancias y mezclas respectivamente, modificando en algunos aspectos al Reglamento REACH. Entró en vigor el 20 de enero de 2009 siendo de aplicación obligatoria a partir del 1 de Diciembre de 2010 para sustancias y 1 de Junio de 2015 para mezclas. Hasta entonces pueden convivir con la normativa a derogar.

## 2. Principales sustancias ecotóxicas

Los grupos más comunes de químicos que causa mayores riesgos para la salud y el medio ambiente son:

- **MATERIAL PARTICULADO ATMOSFÉRICO.** La actividad industrial y el transporte, en especial los vehículos diésel, generan una contaminación invisible pero con importantes efectos nocivos para los ciudadanos. El material particulado ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ), mucho más delgado que un cabello humano, comprende mezclas complejas de Compuestos Orgánicos Persistentes (COP), como HAP, benceno o tolueno, y de compuestos inorgánicos como sulfatos, nitratos, amonio, metales pesados, ácido nítrico y sulfúrico. El impacto sobre la salud de la materia particulada depende, entre otros factores, de su tamaño ya que la capacidad de penetración de los mismos en las vías respiratorias aumenta al disminuir el tamaño:

- Las partículas  $PM_{10}$  (con tamaño entre 2,5 y 10  $\mu m$ ) son retenidas en la región extra-torácica, alcanzando incluso la zona traqueo-bronquial.
- Las partículas  $PM_{2.5}$  (con tamaño menor a 2.5  $\mu m$ ) tiene capacidad de pasar a través de los alvéolos pulmonares y llegar al torrente sanguíneo.

Esto hace que las partículas más finas multipliquen los efectos nocivos sobre la salud. Los estudios de epidemiología demuestran la correlación positiva entre la concentración de la fracción más fina de las partículas y los casos de mortalidad en las ciudades. Entre algunas de las afecciones documentadas como efecto de esta contaminación están, entre otras, diversas afecciones cardiovasculares, exacerbación de episodios de asma, cáncer de pulmón y otras enfermedades pulmonares. La heterogénea mezcla de la que está compuesto el material particulado supone riesgos añadidos sobre la salud, como aquellas con potencial *carcinógeno* (metales pesados y HAP).



Se estima que el material particulado, junto con el ozono troposférico, son responsables de la muerte prematura de unas 370.000 personas en la UE cada año. En España, el tráfico rodado provoca entre un 40% y un 60% de la contaminación por partículas en suspensión, según un estudio del Ministerio de Medio Ambiente y del CSIC.

**Fotografía:** David García García. Archivo de UGT Castilla y León.

Además de los efectos sobre la salud el material particulado tiene efectos climáticos derivados de su capacidad para absorber, dispersar y reflejar radiación. También pueden modificar los niveles de visibilidad, tienen efectos sobre ecosistemas (fertilización, acidificación, etc.) y degradan materiales de construcción<sup>12</sup>.

- **DISOLVENTES.** En su mayoría, los disolventes son productos químicos líquidos orgánicos que contienen cloro y se utilizan para disolver sustancias o productos, como agente de limpieza, como medio de dispersión, como modificador de la viscosidad, como agente tensoactivo, plastificante o conservador.

<sup>12)</sup> Los niveles normativos de calidad del aire referentes a PM están recogidos en la legislación Europea en la Directiva 1999/30/CE y la Directiva 2008/50/CE. La primera Directiva se incorporó a la legislación Española mediante el R. D. 1073/2002, mientras que la segunda Directiva no se ha incorporado todavía.

Se suelen caracterizar por su volatilidad, inflamabilidad, persistencia, liposolubilidad y toxicidad. Los principales disolventes orgánicos industriales son:

- **Hidrocarburos alifáticos:** Pueden ser saturados (parafinas), usados por ejemplo como solventes del caucho natural, o no saturados (olefinas y alquinos), siendo estos últimos relativamente inertes para el organismo. Generalmente producen dermatitis y depresión del sistema nervioso central.
- **Hidrocarburos aromáticos:** Que incluyen anillo de seis carbonos, con el benceno como principal representante. Generalmente son irritantes, en concentraciones suficientes producen lesiones vasculares y pulmonares severas y son narcóticos potentes. Algunas de estas sustancias son carcinogénicas.
- **Aldehídos:** Se caracterizan por sus propiedades sensibilizantes con frecuentes respuestas alérgicas. Son conocidos irritantes de la piel y mucosas y también actúan sobre el sistema nervioso central.
- **Hidrocarburos halogenados:** Son un grupo con gran actividad química. Sus efectos varían según el halógeno existente en el compuesto y su número, siendo más tóxicos los clorados que los fluorados. Entre sus efectos destacan la nefrototoxicidad, hepatotoxicidad, dermatitis y afectación del sistema nervioso central (producida por ejemplo por el tetracloruro de carbono y el tricloroetileno). Además algunas de estas sustancias son cancerígenas en humanos (cloruro de vinilo).
- **Esteres:** Bien conocidos por sus efectos irritantes sobre la piel y el tracto respiratorio, como el acetato de etilo.
- **Cetonas:** En general, producen una acción narcótica, siendo la enorme mayoría irritantes para las mucosas en altas concentraciones, como la metil etil cetona.
- **Alcoholes:** Esta es una de las clases más importantes de solventes industriales, y de entre ellos, pueden destacarse el metanol y el etanol.
- **Glicoles:** Son muy solubles y buenos disolventes,

anticongelantes y difusores de calor. Presentan riesgo tóxico por inhalación cuando son calentados o pulverizados, pero la vía principal de intoxicación es la digestiva, con el riñón como principal órgano afectado. El más tóxico es el monometiléter del etilenglicol.

El uso de estos disolventes libera a la atmósfera **Compuestos Orgánicos Volátiles (COV<sup>13</sup>)**, que, al mezclarse con otros contaminantes atmosféricos (NOx) y reaccionar con la luz solar, contribuyen a la formación de niebla fotoquímica, compuesta por una serie de oxidantes fotoquímicos entre los que destaca el ozono troposférico. En altura, sin embargo, causan la degradación del ozono estratosférico (capa de ozono).

- **METALES PESADOS.** Son un grupo de elementos químicos que presentan una densidad relativamente alta y cierta toxicidad para los ecosistemas y los seres humanos. Los metales pesados tóxicos más conocidos son el mercurio, el plomo y el cadmio. También se suele incluir un semimetal como es el arsénico y, en raras ocasiones, algún no metal como el selenio. A veces, también se habla de contaminación por metales pesados incluyendo otros elementos tóxicos más ligeros, como el berilio o el aluminio.

Existen tres tipos principales de fuentes de emisión de metales en el medio ambiente. El más evidente es el proceso de extracción y purificación: minería, fundición y refinación. El segundo, menos conocido, es la emisión de metales al quemarse combustibles fósiles como el carbón. Tales combustibles contienen cadmio, plomo, mercurio, níquel, vanadio, cromo y cobre. La tercera fuente, la más diversa, es la producción y utilización de productos industriales que contienen metales, que aumenta al descubrirse nuevas tecnologías y

13) Los COV se producen debido a la evaporación de disolventes orgánicos, pero también por la quema de combustibles fósiles, o por causas naturales (actividad volcánica). Los más abundantes en el aire son: metano, tolueno, n-butano, i-pentano, etano, benceno, n-pentano, propano y etileno.

El Derecho español regula las emisiones de COV mediante el **R. D. 117/2003**, de 31 de enero, sobre limitación de emisiones de COV debidas al uso de disolventes en determinadas actividades, y mediante el **R. D. 227/2006** que regula las emisiones de COV en determinadas pinturas y barnices y en los productos de renovación del acabado de vehículos.

aplicaciones.

Un gran número de actividades industriales implica la manipulación de metales. Entre ellas hay que destacar la minería y las industrias de transformación, fundiciones y metalurgia en general. Actividades específicas producen riesgos mayores frente a determinados elementos, como la exposición al plomo en las empresas de baterías o exposición al mercurio en las operaciones de electrólisis. Los trabajadores dentales han recibido una notable atención en las últimas décadas por su potencial exposición al berilio, mercurio y níquel.

La toxicidad de los metales pesados es mayor al no ser química ni biológicamente degradables. Una vez emitidos, pueden permanecer en el ambiente durante cientos de años. Hoy día se conoce mucho más sobre los efectos de estos elementos, cuya exposición está relacionada con problemas de salud como retrasos en el desarrollo, varios tipos de cáncer, daños en el riñón, e, incluso, con casos de muerte. Así, se conoce por “saturnismo” la intoxicación crónica con Plomo, la “Argiria” para la plata, la “Baritosis” para el Bario, la “Fiebre de los fundidores” para el Zinc, etc.

En los últimos años se ha puesto de manifiesto también la gran capacidad de alterar los ecosistemas, al persistir en los suelos, conservarse largo tiempo en el agua y afectar a la fauna y la flora de los mismos.

#### Toxicocinética y toxicodinámica de los metales pesados.

- Los metales pesados se acumulan en el suelo y en el agua y reaccionan modificando el pH de los mismos. Entran en la cadena trófica por medio del agua o absorbidos por las plantas. Tienen en general una gran capacidad para formar complejos estables con moléculas orgánicas modificando las proteínas, las enzimas y otros compuestos esenciales para el funcionamiento de las células.
- Como resultado pueden afectar a todos los sistemas vitales de animales, plantas y seres humanos y producir un amplio abanico de efectos incluyendo alteraciones genéticas, daños a la reproducción y distintos tipos de cáncer.

Tabla 1

Nombre (Símbolo)	Aplicaciones	Afecciones
Aluminio (Al)	Construcciones metálicas, transporte de energía, industrias químicas, tintas, pulido de metales, fabricación de aleaciones, envases de alimentos y bebidas...	Afecta al sistema nervioso y al respiratorio.
Arsénico (As)	Fabricación de baterías, textil, cerámica y vidrio, electrónica... Plaguicidas, colorantes, munición, curtidos y peletería, vidrio y electrónica, tratamiento de maderas...	Es un carcinógeno humano que puede causar cáncer de piel, pulmones, vejiga, hígado, riñones y próstata. Puede causar la muerte.
Berilio (Be)	Industria nuclear, aleaciones, fluorescentes, cerámica, recuperación de metales...	Es un carcinógeno humano. Puede causar cáncer de pulmón.
Cadmio (Cd)	Tratamiento de superficies, aleaciones de acero, soldadura, acumuladores eléctricos, pigmentos, plásticos, abonos fosfatados...	Es carcinógeno para el ser humano. Puede causar cáncer de pulmón, de próstata, de riñón y de vejiga.
Cromo (Cr)	Aleaciones de acero, cromado de superficies, cerámica, curtidos, tratamiento de maderas, pesticidas,...	Es un carcinógeno humano. Puede causar bronquitis, sinusitis y cáncer pulmonar.
Manganeso (Mn)	Metalurgia, soldadura, tintas, pilas secas, industria química, colorantes, cerámica...	Afecta al sistema nervioso y al reproductivo.
Mercurio (Hg)	Minería y metalurgia, aparatos de medida, industria eléctrica, fabricas de sosa y cloro, odontología, óptica, rótulos y fluorescentes...	Posible carcinógeno y teratógeno. Daños permanentes del cerebro, riñones y pulmones.
Níquel (Ni)	Aleaciones, niquelado de superficies, industria química, baterías, utensilios de cocina, fabricación de monedas, ciertos tipo de cementos...	Carcinógeno para el ser humano. Cáncer del etmoides y de los senos de la cara. Cáncer bronquial.
Plomo (Pb)	Minería, metalurgia, municiones, fabricación de acumuladores, insecticidas, pantallas antirradiaciones, soldadura y corte, cables y alambres, lubricantes y combustibles...	Es cancerígeno en animales y posiblemente carcinógeno en el ser humano. Provoca saturnismo. Alterador endocrino.
Selenio (Se)	Industria eléctrica, aleaciones de acero, pinturas y barnices, vulcanizados, industria química y del vidrio...	Es un teratógeno. Afecta sobre todo al aparato digestivo y a la piel.

Relación de los principales metales pesados, sus aplicaciones más importantes y las afecciones detectadas hacia la salud con exposiciones prolongadas o altos niveles.

- **HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAP).** Representan un gran conjunto de compuestos que surgen como productos secundarios durante los procesos de combustión. Químicamente son sólidos cristalinos de color blanco-amarillento, cuya solubilidad en agua es prácticamente nula, aunque se disuelven bien en grasas y petróleos. Existen más de 100 grupos diferentes. Forman parte del combustible diesel y de productos derivados del alquitrán. A nivel industrial, los procesos metalúrgicos de producción y tratamiento del aluminio y la fabricación de coque y carbones, constituyen las fuentes de emisión de HAP más significativas.

Los HAP se consideran Compuestos Orgánicos Persistentes (COP), por lo que pueden permanecer en el medio ambiente durante largos periodos de tiempo sin alterar sus propiedades tóxicas. Las propiedades semivolátiles de los HAP les otorga gran movilidad en el medio ambiente. Además, son bioacumulables, ya que los mamíferos podemos absorber los HAP por inhalación, contacto dérmico o, en menor frecuencia, por ingestión. Las plantas pueden absorberlos a través de las raíces en suelos contaminados.

Sus principales impactos en la salud humana se centran en sus propiedades genotóxicas, es decir, causan daños al material genético (teratogénicas, mutagénicas y carcinogénicas<sup>14</sup>).

- **PLAGUICIDAS.** Son productos, en general, extremadamente peligrosos para el medio ambiente y para la salud por su propia finalidad (eliminar especies vivas) y por las condiciones económicas que el mercado impone (amplio espectro y rapidez que conlleva poca selectividad, es decir, su actuación no afecta solo a las especies "dañinas"). Encuentran numerosas aplicaciones tanto industriales (para impregnar la madera, etc.), como agrícolas (control de insectos, maleza, hongos, roedores, etc.); además, pueden presentarse en forma de mezclas. Entre los insecticidas, es posible diferenciar los siguientes grandes grupos: Compuestos organofosforados, compuestos

organoclorados y carbamatos.

Parte de los problemas ambientales causados por los plaguicidas se debe a su persistencia, mientras que en algunos casos son también liposolubles y bioacumulables. Ejemplos de este tipo de plaguicidas son: DDT, aldrín, endrín, dieldrín, clordano, toxafeno, lindano, endosulfan o pentaclorofenol.



A excepción de la fracción inorgánica tanto de los metales pesados como del material particulado, en general, estas sustancias ecotóxicas comparten la singularidad de pertenecer al grupo de los Compuestos Orgánicos Persistentes (COP). Esta es la razón por la que se hará especial hincapié en los COP, diferenciando entre aquellos incluidos en la lista de sustancias prioritarias del Convenio de Estocolmo, y los que todavía no lo están, de entre los que hemos elegido una serie de grupos representativos dispuestos de la siguiente forma: Organometálicos, retardantes de llama bromados, alquifenoles y sus derivados, ésteres de ftalato, y bisfenol A.

14) Los más potentes carcinógenos son el benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno y el dibenz(a,h)antraceno.

### 3. Compuestos Orgánicos Persistentes (COP)

El grupo de compuestos orgánicos conocidos como Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) son un conjunto de sustancias químicas de estructura carbónica sumamente tóxicas y perdurables en el medio ambiente, generados y liberados por la actividad humana y resistentes a los procesos químicos, biológicos y fotolíticos propios de la descomposición medioambiental. Algunos son utilizados como pesticidas y algunos como productos químicos industriales, mientras que otros son los subproductos no deseados que resultan de los procesos químicos o de combustión.

Los COP tienen el potencial de tener impactos significativos en la salud humana y en el medio ambiente debido a su cualidad de persistencia en el ecosistema, su capacidad de recorrer largas distancias, su poder de bioacumulación en el tejido adiposo humano y animal, y su posibilidad de biomagnificarse en las cadenas alimenticias y de ser transmitidos de madre a feto.

Incluso pequeñas cantidades de COP pueden causar serios trastornos en el tejido humano y animal, causando daños en el sistema nervioso, depresiones del sistema inmunológico, desórdenes reproductivos o de desarrollo, y cáncer. Dado que los COP pueden estar presentes casi en todas partes –en los alimentos, el suelo, el aire y el agua– se ha encontrado que la mayoría de los seres humanos y de la fauna tienen en sus cuerpos cantidades de COP que pueden causar efectos adversos a la salud vinculándose a las siguientes enfermedades y discapacidades humanas:

- Cánceres y tumores, incluyendo el sarcoma de los tejidos blandos, el cáncer de mama, el cáncer del páncreas y la aparición de la leucemia en la edad adulta.
- Alteraciones neurológicas, incluyendo déficit de atención, problemas de conducta tales como agresividad, problemas de aprendizaje y deterioro de la memoria.
- Alteraciones endocrinas, teratógenas y mutágenas, incluyendo riesgo para la reproducción, esperma anormal, abortos espontáneos, partos prematuros, bajo peso al nacer, alteración de la proporción del sexo de las crías, acortamiento del periodo

- de lactancia, y alteraciones menstruales. Otras enfermedades, incluyendo una mayor incidencia de diabetes, endometriosis, hepatitis, cirrosis, fibromialgia, sensibilidad química múltiple, etc.

#### COP en seres humanos.

Se ha registrado que los COP causan un amplio rango de efectos adversos sobre la salud de los animales de experimentación y los seres humanos como resultado de la exposición accidental o laboral. Entre esos efectos está la toxicidad sobre hígado y sistemas reproductor y nervioso, anomalías del sistema inmunológico y cáncer. Las poblaciones muy expuestas –como la Inuit del Ártico que consume una dieta rica en frutos de mar–, los individuos expuestos en el ambiente laboral y las poblaciones que habitan ambientes contaminados podrían estar en mayor riesgo. Los estudios en niños pequeños en países industrializados han sugerido que ya pueden estar ocurriendo efectos sutiles sobre los sistemas nervioso e inmunológico, como resultado de una exposición a través de la placenta y/o la leche materna.

Entre 1980 y 1990, los científicos que estudiaban el Mar del Norte, el Mar Báltico, los Grandes Lagos de América del Norte y la región circumpolar ártica, observaron patrones de alteraciones graves de esos ecosistemas acuáticos. Identificaron como causantes de ello a algunos COP, incluyendo el DDT, los PCB y las dioxinas, y también al mercurio. Dado que las sustancias químicas causantes de estos problemas compartían características similares, los científicos y los encargados de las políticas ambientales estudiaron de acuerdo en que para restaurar la integridad de estos ecosistemas no tiene sentido tratar de controlar estos contaminantes químicos uno por uno, por lo que es necesario el control de toda la clase de contaminantes químicos que comparten estas características.

Así surge el **Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes**<sup>15</sup>, donde se reconocía que se requería de un esfuerzo mundial para enfrentar las amenazas planteadas por los

15) Referencia en nota al pie nº 5. El Convenio entró en vigor en España el 26 de agosto de 2004.

COP. Su objetivo de proteger la salud humana y el medio ambiente contra los impactos dañinos de los COP se basa en la eliminación o restricción de la producción y el uso de todos los COP producidos intencionalmente (productos químicos industriales y pesticidas), alentando la reducción continua de los COP no producidos intencionalmente, empleando procesos y productos químicos alternativos que no dañen el medio ambiente y manejando de forma eficiente los residuos y los productos contaminados.

Tanto el Convenio de Estocolmo como el **Reglamento 850/2004/CE**, establecen la obligación de elaborar Planes Nacionales de Aplicación (PNA) para el cumplimiento de las obligaciones emanadas de ambos<sup>16</sup>. De esta forma se crea el **Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo y del Reglamento 850/2004, sobre COP**<sup>17</sup>. El PNA fomenta el uso y aplicación de la prevención y la sustitución, así como el principio de precaución, como herramientas clave en la gestión de las sustancias químicas, para proteger tanto la salud como el medio ambiente, y es de aplicación a las sustancias que se especifican en la Lista de Sustancias del PNA:

Tabla 2

Nombre	Nº CAS	Fitosanitario /biocida	Uso industrial	Producción no intencional
Aldrina*	309-00-2	X		
Clordano*	57-74-9	X		
DDT	50-29-3	X	X	
Dieldrina*	60-57-1	X		
Endrina*	72-20-8	X		
Heptacloro*	76-44-8	X	X	X
Hexaclorobenceno (HCB)*	118-74-1	X	X	X
Mirex*	2385-85-5	X	X	
Toxafeno*	8001-35-2	X		

16) En Europa, el **Reglamento (CE) nº 850/2004**, es el marco jurídico común para llevar a efecto las disposiciones del Convenio de Estocolmo, y ambos, establecen la obligación de elaborar Planes Nacionales de Aplicación (PNA). En España, el PNA, fue aprobado por Consejo de Ministros mediante acuerdo el 2 de febrero de 2007.

17) El **PNA del Convenio de Estocolmo y del Reglamento 850/2004, sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes** fue definitivamente aprobado por el Consejo de Ministros mediante acuerdo de 2 de febrero de 2007.

Policlorobifenilos (PCB)	1336-36-3		X	X
Dibenzoparadióxinas y dibenzofuranos policlorados (PCDD/PCDF)	1746-01-6 <sup>18</sup> 51207-31-9 <sup>19</sup>			X
Alfa-hexaclorociclohexano	319-84-6			
Beta-hexaclorociclohexano	319-85-7			
Éter de tetrabromodifenilo Éter de pentabromodifenilo (PBDE)	40088-47-9 32534-81-9		X	
Éter de hexabromodifenilo Éter de heptabromodifenilo (PBDE)	36483-60-0 68928-80-3 32536-52-0		X	
Clordecona	143-50-0	X		
Hexabromobifenilo (HBB)	35694-06-5		X	
Lindano	58-89-9	X		
Pentaclorobenceno (PeCB)	608-93-5		X	
Sulfonato de perfluorooctano	1763-23-1		X	
Endosulfán	115-29-7	X		
Dicofol	115-32-2	X		
Trifluralina	1582-09-8	X		
Pentaclorofenol (PCF)	87-86-5	X	X	
Hexaclorobutadieno (HCBD)	87-68-3		X	
Naftalenos policlorados	2234-13-1 <sup>20</sup>		X	
Creosota	8021-39-4 8001-58-9 8007-45-2		X	
Cloroalcanos de cadena corta	85535-85-9		X	
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)	50-32-8 <sup>21</sup>			X

Lista de sustancias del PNA del Convenio de Estocolmo y del Reglamento 850/2004 sobre COP.  
\* Producción, comercialización y uso totalmente prohibidos.

18) Nº CAS 1746-01-6 de 2,3,7,8-Tetraclorodibenzo-p-dioxina (2,3,7,8-TCDD)

19) Nº CAS 51207-31-9 de 2,3,7,8-Tetraclorodibenzo furano (2,3,7,8-TCDF)

20) Nº CAS 2234-13-1 de Naftalenos octaclorados; 32241-08-0 Naftalenos heptaclorados; 1335- 87-1 Naftalenos hexaclorados; 1321-64-8 Naftalenos pentaclorados; 1324-65-9 Naftalenos triclorados; 28699-88-9 Naftalenos diclorados; 25586-43-0 Naftalenos monoclorados.

21) Nº CAS 50-32-8 de Benzo(a)pireno; 205-99-2 Benzo(b)fluoranteno; 207-08-9 Benzo(k)fluoranteno; 191-24-2 Benzo(g,h,i)perileno; 193-39-5 Indeno(1,2,3-cd)pireno.

## Emisiones

De entre los COP especificados en la Lista de Sustancias del PNA, los hay que se forman y se liberan de forma intencional por diversos procesos a partir de fuentes antropogénicas, entre otros, todos los derivados de plaguicidas, policlorobifenilos (PCB), polibromodifenilos éteres (PBDE), pentaclorobenceno (PeCB), hexabromobifenilo (HBB), o sulfonato de perfluorooctano (PFO), cuya información sobre las emisiones al aire, agua y al suelo están reguladas en la mayoría de los casos<sup>22</sup>.

Los COP que se forman y se liberan de forma no intencional a partir de fuentes antropogénicas como procesos de combustión o incineración, entre otros<sup>23</sup>, son las dioxinas, furanos<sup>24</sup>, hexaclorobenceno, policlorobifenilos (PCB) e Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP), siendo las categorías de fuentes industriales con potencial de formación y liberación relativamente elevadas de estas sustancias químicas, las siguientes:

- Incineradoras de residuos, incluidas las coineradoras de residuos municipales peligrosos o médicos o de fango cloacal<sup>25</sup>.
  - Residuos peligrosos procedentes de la combustión en hornos de cemento.
  - Producción de pasta de papel utilizando cloro elemental o productos químicos que producen cloro elemental para el blanqueo.
  - Los siguientes procesos térmicos de la industria metalúrgica:
    - Producción secundaria de cobre.
    - Plantas de sinterización en la industria del hierro e industria siderúrgica.
    - Producción secundaria de aluminio.
    - Producción secundaria de zinc.
- Pueden también producirse y liberarse en forma no intencionada las sustancias referidas a partir de las siguientes categorías de fuentes, en particular:
- Quema a cielo abierto de residuos, incluida la quema en vertederos.
  - Otros procesos térmicos de la industria metalúrgica.
  - Fuentes de combustión domésticas.
  - Combustión de combustibles fósiles en centrales termoeléctricas o calderas industriales.
  - Instalaciones de combustión de madera u otros combustibles de biomasa.
  - Procesos de producción de productos químicos que liberan de forma no intencional COP formados, especialmente la producción de clorofenoles y cloraniil.
  - Crematorios.
  - Vehículos de motor, en particular los que utilizan gasolina con plomo como combustible.
  - Destrucción de carcasas de animales.
  - Teñido (con cloraniil) y terminación (con extracción alcalina) de textiles y cueros.

25) Regulado por el **R. D. 653/2003**, de 30 de mayo, sobre incineración de residuos.

22) A raíz de la promulgación de la **Ley 16/2002** de Prevención y Control Integrados de la Contaminación (PCIC), y a través del Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes, **E-PRTR** ([www.prr-es.es](http://www.prr-es.es)) se puede conocer para todo el ámbito español, dónde se emiten al aire, al agua, al suelo o por generación de residuos el conjunto de COP de la Lista de Sustancias del Anexo II del **R. D. 508/2007** por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de autorizaciones ambientales integradas, que incluye sus Valores umbrales de emisiones.

En Castilla y León, la Ley PCIC fue inspiradora de la **Ley 11/2003**, de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León, que desarrolla el régimen de las actividades sujetas a autorización autonómica, el régimen de actividades sujetas a licencia ambiental local o a una mera comunicación y, además, las actividades o proyectos sujetos a evaluación de impacto ambiental.

23) La información sobre sus emisiones también está regulada a través del **R. D. 508/2007** por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de autorizaciones ambientales integradas.

24) Las policlorodibenzo-p-dioxinas (PCDD) y los policlorodibenzo-furanos (PCDF) son dos clases similares de compuestos químicos aromáticos clorados que se forman generalmente como contaminantes o productos secundarios. No tienen ningún uso natural o comercial conocido. Son contaminantes que se producen de manera involuntaria a partir de procesos térmicos que comprenden materia orgánica y sustancias con cloro, como resultado de una combustión incompleta o de reacciones químicas complejas, según las condiciones en las que se produzcan dichas reacciones (presión, temperatura, etc.). Es importante destacar que se trata de compuestos muy persistentes, estables y bioacumulables, extremadamente tóxicos para algunos animales y para los seres humanos.

Una vez liberados a la atmósfera, las dioxinas y furanos son partículas minúsculas, que se depositan eventualmente sobre suelo y la vegetación. Siendo altamente insolubles en el agua, estos compuestos se fijan fuertemente por adsorción a los suelos o sedimentos, por lo que se degradan muy lentamente, y persisten durante muchos años en el ambiente, llegando a acumularse en los organismos y entrar en la cadena alimenticia.

- Plantas de desguace para el tratamiento de vehículos una vez acabada su vida útil.
- Recuperación del cobre de cables por combustión lenta.
- Refinerías de aceites de desecho.

Una de las actuaciones principales del PNA del Convenio de Estocolmo y del Reglamento 850/2004, es la reducción, minimización y, en la medida de lo posible, la eliminación de los COP procedentes de emisiones no intencionales, a través de medidas como:

- Crear capacidad para la implantación de Mejores Técnicas Disponibles (MTD) y Mejores Prácticas Ambientales (MPA).
- Inventariar las instalaciones.
- Integración del PNA en las políticas industriales.
- Implantar MTD y MPA en las fuentes industriales.
- Fomentar las MTD/MPA en las fuentes no industriales.

## Aguas

En materia de aguas, además de lo anteriormente descrito, se están reforzando las normas de calidad ambiental<sup>26</sup> sobre sustancias contaminantes en el medio acuático<sup>27</sup>, con base en uno de los objetivos marcados en la **Directiva Marco del Agua (DMA)**: Conseguir un buen estado químico de las aguas superficiales para el año 2015. Así, a partir de la DMA, se ha creado una lista de 33 sustancias prioritarias y sus normas de calidad ambiental, entre las cuales se encuentran COP como numerosos plaguicidas, HAP, HCB, PCF, PeCB o HCBC, incluidas en la Directiva 2008/105/CE, de 16 de diciembre de 2008, relativa a las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas, que establece un nuevo régimen de prevención y control de la contaminación química del agua, fijando sus normas de calidad armonizadas.

26) Descritas en el **R. D. 60/2011**, de 21 de enero, sobre las Normas de Calidad Ambiental en el ámbito de la política de aguas.

27) Descritas en la Lista de Sustancias Peligrosas (Lista I, Lista II preferente y Lista II prioritaria, y reguladas por diferentes normas), tal y como consta en el Anexo IV del **R. D. 907/2007**, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.

## Suelos

La producción y el uso masivos de COP los hace estar entre los contaminantes más frecuentes en suelos. Entre ellos podemos citar los hidrocarburos monoaromáticos, hidrocarburos aromáticos policíclicos, hidrocarburos alifáticos, hidrocarburos policlorados, fenoles, nitroaromáticos, alcoholes, éteres, disolventes clorados, isocianatos, cianuros orgánicos, carbonilos de metales, etc.

La presencia de compuestos orgánicos como componente tóxico en el suelo está regulada por el R.D. 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<sup>28</sup>, así como por el II Plan Nacional de Recuperación de Suelos Contaminados 2007-2015.

## Gestión de residuos

Uno de los principales objetivos del PNA del Convenio de Estocolmo es el de determinar las existencias y los residuos que contienen COP para gestionarlos de manera eficaz y ambientalmente racional, eliminando su contenido de COP hasta donde sea posible. Asimismo, se prevé la identificación y la recuperación ambiental de los emplazamientos contaminados, así como el tratamiento como residuos de las existencias almacenadas de COP prohibidos y productos que los contengan<sup>29</sup>.

Uno de los casos más claros en este sentido es la eliminación y descontaminación de residuos que contienen o están contaminados por Policlorobifenilos (PCB)<sup>30</sup>. No obstante, la principal forma de gestión aplicada en nuestro país para este tipo de residuos es la

28) **Anexo V** Listado de contaminantes y niveles genéricos de referencia para protección de la salud humana en función del uso del suelo.

29) Así consta en el **Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015**, en su actualización del Plan Nacional de descontaminación y eliminación de policlorobifenilos (PCB), policloroterfenilos (PCT) y de aparatos que los contengan 2001-2010.

30) Regulado a través del **R. D. 1378/1999**, que establece la obligación de eliminar o descontaminar los PCB y aparatos que los contienen antes del final de 2010. Se desarrolla a través del **Plan Nacional de Descontaminación y Eliminación de PCB, PCT y Aparatos que los Contengan (2001-2010)** y de su modificación a través del **R. D. 228/2006** de 28 de febrero, por el que se establecen medidas para la eliminación y gestión de policlorobifenilos, policloroterfenilos y aparatos que lo contengan.

incineración como residuos peligrosos, técnica que debería minimizar sus efectos adversos con la introducción de MTD y MPA o, sobre todo, priorizando los sistemas de eliminación alternativos que demuestren igual o mayor eficacia que los sistemas térmicos.



**Los PCB y su gestión como residuos peligrosos.**

Los PCB han sido aprovechadas en numerosos usos industriales a lo largo del siglo XX, empleándose como fluidos aislantes ("aceites") de transformadores y condensadores, plastificantes y fluidos hidráulicos, entre otros. Los PCB también se generan como subproductos en varios procesos industriales y durante la incineración de residuos. El (PCB) está considerado según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) como uno de los doce contaminantes **más ecotoxicos** fabricados por el ser humano. En la actualidad está prohibida su fabricación y comercialización por sus graves riesgos sobre el medio ambiente y la salud. Sólo en España, los costes de destrucción de PCB ascenderían a una media de 100 millones de euros.

## COP en la alimentación

La Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) advierte de que las propiedades inherentes a los COP hacen que estas sustancias sean consideradas un riesgo para la seguridad alimentaria. La AESAN reconoce que los alimentos de origen animal son una de las principales fuentes de exposición humana a las dioxinas y los PCB. Por otro lado, reconoce que los datos actuales disponibles sobre Retardantes de Llama Bromados (RLB) en alimentos y piensos no permiten hacer una evaluación exhaustiva sobre la contaminación en estos productos, por lo que es importante que se refuerce a nivel de toda la Unión Europea la vigilancia de este tipo de compuestos químicos en piensos y alimentos.

LA AESAN también advierte que la Autoridad Europea de

Seguridad Alimentaria (EFSA) ha observado que los alimentos, en particular el pescado y los productos de la pesca, parecen ser una fuente importante de la exposición humana a sulfonato de perfluorooctano (PFO) y el ácido perfluorooctanoico (PFOA).

Por último, hace referencia al grupo de los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)<sup>31</sup> y al de los metales pesados (sobre todo al plomo y sus derivados), como otros COP que también pueden suponer un riesgo para la salud alimentaria<sup>32</sup>.

A modo de ejemplo, en el próximo apartado, se desarrolla más información sobre distintas familias de COP, próximas a muchos trabajadores y ciudadanos, que, en algún caso, no están consideradas en la normativa pertinente a pesar de su contrastada ecotoxicidad. Se trata de los compuestos organometálicos, los retardantes de llama bromados, los alquifenoles y sus derivados, ftalatos y el bisfenol A.

Estas familias de productos son sólo la punta del iceberg, ya que existen otras muchas en circulación cuyos efectos, tanto para la salud humana como para los ecosistemas, siguen sin concretarse.

31) El comité científico de la alimentación humana ha señalado los siguientes 15 HAP como cancerígenos, considerando necesaria una investigación complementaria sobre los niveles relativos a determinados alimentos: benzo(a)antraceno, benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno, benzo(g,h,i)perileno, benzo(a)pireno, criseno, ciclopenta(c,d)pireno, dibenzo(a,h)antraceno, dibenzo(a,e)pireno, dibenzo(a,h)pireno, dibenzo(a,i)pireno, indeno(1,2,3-cd)pireno, 5-meilicriseno.

32) El portal del Centro Nacional de Referencia sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (CNRCOP), incluye una serie de recomendaciones para una alimentación más saludable y sobre alimentación para embarazadas.

### 3.1 Compuestos organometálicos

La característica de estos compuestos es la presencia de enlaces entre átomos de metal y de carbono. Esta interacción entre los metales y los compuestos orgánicos es de vital importancia para entender el papel que desempeñan los metales en un ecosistema acuático. A nivel humano, son pocos los metales que se absorben significativamente en forma de compuestos organometálicos, aunque los más representativos son los derivados del mercurio, el plomo y el estaño.

Los compuestos organometálicos tienen diversos orígenes: Alguno de estos compuestos se sintetizan para fines industriales –por ejemplo, el tributilestaño (TBT), uno de los compuestos ecotóxicos más peligrosos–, mientras que otros son productos de transformaciones realizadas por microorganismos en el ambiente – por ejemplo, el metilmercurio ( $\text{CH}_3\text{Hg}$ )–.

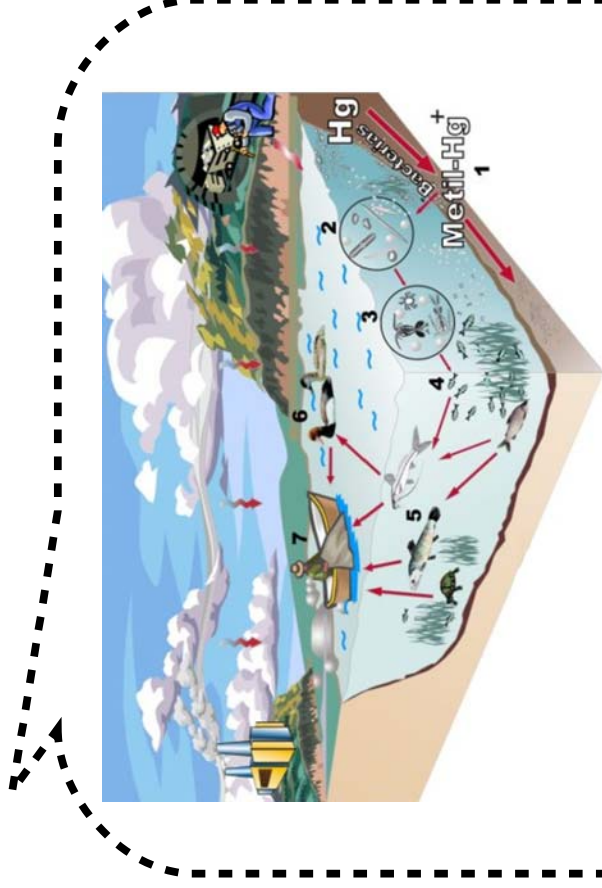
Sólo los casos mencionados (compuestos orgánicos de plomo, mercurio y estaño) son considerados *candidatos* a la Lista de Sustancias del Convenio de Estocolmo y de su PNA para España, no obstante, hoy, siguen al margen. Sí están incluidas en la lista de sustancias del Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes –**E-PRTR**– y en la Lista de Sustancias Peligrosas como sustancia contaminante del medio acuático<sup>33</sup>, incluyéndose en la Lista de Sustancias Prioritarias emanadas de la Directiva Marco del Agua (DMA).

#### Mercurio orgánico

El mercurio (Hg) es un metal, no esencial, extremadamente tóxico y sin ninguna función nutricional o bioquímica. Los mecanismos biológicos para eliminarlo son pobres y es el único metal que se biomagnifica, es decir que se acumula progresivamente según pasa por la cadena alimentaria. Además, tiende a permanecer en el medio

dada su poca capacidad para degradarse.

Generalmente, el mercurio se libera al ambiente en su forma elemental y posteriormente se metila en sedimentos por la acción de los microorganismos (fundamentalmente en el medio acuático), en un proceso que se conoce como *biometilación*. Una vez metilado, el compuesto orgánico de mercurio se adhiere fácilmente a partículas suspendidas y en sedimentos. Es importante señalar que la forma orgánica del mercurio es la más tóxica.



**Metilmercurio.** Al final, el mercurio, en sus diversas formas, se concentra y produce los mayores efectos contaminantes a nivel acuático, sobre todo a través del metilmercurio ( $\text{CH}_3\text{Hg}$ ), capaz de bioacumularse en la vida acuática. Esto explica que, en el ser humano, la mayor ingesta de mercurio se deba al consumo de peces y sus productos derivados. Es la razón que ha llevado a la D. G. de Salud y Protección del consumidor de la UE a recomendar que las mujeres en período de lactancia o que prevean quedarse embarazadas limiten su consumo de pescados como el pez espada, el tiburón, el merlo o el atún

<sup>33</sup> Está incorporada en la Lista de Sustancias Peligrosas (Lista I, Lista II preferente y Lista II prioritaria), regulada por diferentes normas, tal y como consta en el **R.D. 907/2007** por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.

En el caso de la contaminación de suelos por metales, hay que tener en cuenta que algunos de ellos son esenciales para los

organismos en pequeñas cantidades, como el Fe, Mn, Zn, B, Co, Cu, o Ni, y se vuelven nocivos cuando se presentan en concentraciones elevadas, mientras que en el caso del Hg –también el Cd o el Pb– no desempeñan ninguna función biológica y resultan altamente tóxicos.

### El suelo. El recurso olvidado.

Aunque el suelo es tan esencial para las sociedades humanas como el aire y el agua, su degradación ha recibido mucha menos atención que las amenazas a estos otros dos elementos. Con todo, los suelos son la base del 90 % de todos los alimentos humanos, los piensos, las fibras y los combustibles. Sobre ellos se asientan las poblaciones humanas, y ofrecen materias primas y aguas subterráneas. La falta de atención a la degradación del suelo se observa no sólo por la ausencia de Directivas sobre la materia u objetivos para la protección del suelo en Europa, sino también por la escasez de datos. Por ejemplo, mientras que en el conjunto de la UE se han identificado 300.000 áreas contaminadas definitivamente o potencialmente, el mejor cálculo refleja 1,5 millones de áreas contaminadas.

Los aportes dominantes se producen por deposición atmosférica y afectan de forma significativa a los primeros centímetros de suelo. Son fuentes importantes de metales en suelos las cenizas y escorias de los procesos de combustión de carbón fósil o derivados del petróleo, el aporte directo procedente de actividades agrícolas (adición de fertilizantes, pesticidas, lodos de depuradoras, compost, etc.) y su acumulación a partir de residuos industriales, urbanos y mineros (metalurgia, fabricación de pinturas, barnices, disolventes, baterías, textiles, curtidos, etc.)<sup>34</sup>.

Otra fuente de exposición a metales pesados es la atmósfera potencialmente contaminada por diversos elementos en forma de polvos, humos o aerosoles, con frecuencia de origen industrial o procedentes de combustiones fósiles y por su presencia en la gasolina. La población suele estar potencialmente expuesta a estos contaminantes por inhalación de aire. La vigilancia de la calidad del

34) La descontaminación y la recuperación de suelos contaminados están reguladas respectivamente a través del **R.D. 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, y del II Plan Nacional de Recuperación de Suelos Contaminados 2007-2015.

aire se realiza en diferentes Comunidades Autónomas mediante el control de la presencia de los contaminantes en distintos puntos receptores (niveles de inmisión).

Los valores objetivo de concentración de Hg en el aire están regulados con el fin de proteger la salud de las personas y el medio ambiente en su conjunto<sup>35</sup>. También se establecen métodos y criterios de evaluación y de medición de las concentraciones y depósitos, así como la información que ha de suministrarse a los ciudadanos y las organizaciones, y la que deben de suministrar las Comunidades Autónomas y entidades locales al Ministerio de Medio Ambiente para su remisión a la Comisión Europea.

### Compuestos organoplúmbicos

El plomo (Pb) es un metal, no esencial, muy tóxico y sin ninguna función nutricional o biológica conocida. Es persistente y bioacumulativo.

Las tres principales fuentes de compuestos orgánicos de plomo al ambiente son: Como aditivos de las gasolinas (trimetilo y tetraetilo de plomo<sup>36</sup>), en los procesos de alquilación, reacciones de polimerización, como estabilizadores del PVC y biocidas, y en la metilación directa de plomo inorgánico.

El plomo tetraetilo (TEL) y el plomo tetrametilo (TML) son los compuestos más tóxicos de la familia de los organoplúmbicos. Debido a sus propiedades lipófilas son rápidamente absorbidos a través de la piel. Actúan primariamente sobre el sistema nervioso central causando excitación, espasmos epilépticos y delirio. Pueden presentarse parálisis y la enfermedad de Parkinson como efectos retardados. La toxicidad se debe fundamentalmente al ión trietilplomo que se forma cuando se descompone esta sustancia. Cuando se alquilan, pueden resultar carcinógenos. La exposición crónica puede

35) **R. D. 812/2007**, de 22 de junio, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos.

Para el caso del plomo hay que remitirse al **R. D. 1073/2002**, de 18 de octubre, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono.

36) Estas dos últimas fuentes ya no son tan importantes pues el plomo tetraetilo se ha prohibido y ya no se utilizan soldaduras a base de plomo en los envases.

conducir a la intoxicación plúmbica.

En cuanto a su toxicidad ambiental, los cuerpos de agua superficiales constituyen trampas de acumulación para los compuestos orgánicos del plomo. Dada la escasa solubilidad en el agua de TEL/TML, estas sustancias se hundieron y se depositan en el fondo adsorbiéndose en los sedimentos o se adhieren a partículas en suspensión. Otro efecto significativo del plomo en las aguas superficiales, es que provoca perturbaciones en el fitoplancton, que es una fuente importante de producción de oxígeno en los océanos y de alimento para algunos organismos acuáticos.

Grandes cantidades de plomo se liberan a la atmósfera a través de procesos de combustión, distinguiéndose claramente la diferencia entre áreas urbanas y rurales. Los compuestos del plomo pueden ser transportados a grandes distancias según la velocidad del viento, su dirección, las precipitaciones y la humedad del aire. Sin embargo, la mayor parte de estos compuestos se deposita directamente o es eliminada de la atmósfera por las precipitaciones. El plomo se adsorbe en la atmósfera a pequeñas partículas de polvo y estas se depositan luego sobre la vegetación y el suelo. El plomo de los gases de escape de los vehículos, se deposita en la inmediata proximidad de las rutas y calles.

### Compuestos Organoestánicos

Son compuestos orgánicos que contienen al menos un enlace carbono-estaño. Han sido utilizados como catalizadores, estabilizadores en plásticos, insecticidas, fungicidas, bactericidas, preservadores de la madera, y agentes anti-incrustantes. La mayoría se sintetiza para usos industriales, pero los compuestos de metil estaño se han producido en el ambiente por la acción de microorganismos biometilantes. Los compuestos organoestánicos como el trimetilestaño (TMT) y el trietilestaño (TET) son compuestos *neurotóxicos*. El dibutilestaño (DBT) se utiliza como estabilizante en la producción de policloruro de vinilo (PVC). El tributilestaño (TBT) se ha utilizado generalmente como biocida y como aditivo en pinturas antiincrustantes para prevenir el crecimiento de percebes y otros

organismos. El más conocido es el tributilestaño (TBT).

Son persistentes en el medio ambiente, de carácter lipofílico y bioacumulables.

El uso como antiincrustante del TBT, el más conocido, produce una liberación lenta de compuestos de TBT en el agua que rodea el casco de los barcos impidiendo que los moluscos se incrusten a él. Sin embargo, desde los años 80 se han descubierto diversas anomalías de crecimiento en invertebrados marinos, como en el aumento en el espesor de la concha de las ostras, o el hecho de que muchos gasterópodos hembra desarrollaban órganos genitales masculinos. Al demostrarse que todos los organismos afectados vivían en las proximidades de algún puerto o embarcadero y que presentaban un alto contenido de estaño en sus tejidos, se pudo asociar los efectos al TBT<sup>37</sup>.



#### El TBT como ecotóxico.

El tributil estaño (TBT) es un compuesto utilizado en las pinturas antiincrustantes. Puede causar efectos nocivos incluso en concentraciones inferiores a un nanogramo por litro y, por tanto, se considera uno de los compuestos más tóxicos en el medio acuático.

Los efectos de las sustancias orgánicas de estaño pueden variar, dependiendo del tipo de compuesto y del organismo que esté expuesto a él. Existen dos vías de intoxicación, la primera es la ingestión de alimentos, y la segunda es una vía indirecta relacionada con artículos domésticos. En el primer caso, se han realizado

37) Por esta razón, la OMI (Organización Marítima Internacional) en 1995 creó un grupo de trabajo para estudiar los efectos perjudiciales de las pinturas antiincrustantes en los ecosistemas marinos. Este grupo acuerda el proyecto de reglamentación obligatoria para prohibir el uso de TBT como biocida en las pinturas antiincrustantes, estableciendo plazos para su progresiva eliminación: 2003 para la prohibición de la aplicación de dicha pintura en todos los buques, y 2008 para la desaparición de los revestimientos de TBT en barcos. En España está regulado a través de la **Orden PRE/37/5/2003**, de 24 de febrero, por la que se modifica el anexo I del R. D. 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos (compuestos organoestánicos).

estudios que demuestran la liberación de compuestos organoestánicos añadidos al PVC utilizado con fines domésticos (tuberías, recipientes para el almacenamiento de alimentos, etc). La segunda de las vías está relacionada con el uso de productos tan corrientes como guantes, papel de celofán, agentes para el tratamiento de la madera, etc.

Se ha demostrado que la inhalación, ingestión o contacto de la piel con algunos compuestos orgánicos de estaño produce efectos perjudiciales en seres humanos. Se han descrito casos de irritación de la piel, los ojos y las vías respiratorias, efectos gastrointestinales y problemas neurológicos en seres humanos expuestos brevemente a altas cantidades de algunos compuestos orgánicos de estaño.

Los estudios en animales han demostrado que ciertos compuestos orgánicos de estaño afectan principalmente al sistema endocrino, pero la falta de datos en seres humanos y datos inciertos de un estudio en ratas, no es clasificable en cuanto a carcinogenicidad en seres humanos

En cuanto a su afección al medio ambiente, aunque sus efectos más conocidos se relacionan con su papel de perturbadores hormonales en algunas especies de moluscos marinos, su capacidad de transporte y dispersión a través de los sistemas acuáticos, facilita su absorción por partículas residuales, causando mucho daño en los ecosistemas acuáticos, ya que presentan una elevada toxicidad para los hongos, las algas y el fitoplancton, que es un eslabón muy importante, ya que proporciona oxígeno y alimento al resto de los organismos acuáticos.

### 3.2. Retardantes de llama bromados

Los Retardantes de Llama Bromados (RLB) son compuestos químicos antropogénicos que se añaden a una gran variedad de productos de consumo o comerciales (ordenadores, televisores, muebles, textiles, etc.) para mejorar su resistencia al fuego. Hay tres grupos químicos que dominan el uso actual: Los éteres polibromodifenilos (PBDE), el hexabromociclododecano (HBCD) y los bifenilos polibromados –como el hexabromobifenilo (HBB) y el tetrabromobisfenol A, (TBBP-A)–.

Debido a su alta persistencia y tendencia a la bioacumulación, algunas de estas sustancias ya se encuentran en la lista del PNA del Convenio de Estocolmo<sup>38</sup>, en la lista de sustancias del E-PRTR<sup>39</sup>, y en la lista de sustancias peligrosas emanada de la Directiva Marco del Agua<sup>40</sup>. Además, algunos retardantes polibromados (como el HBB, el pentaBDE o el octaBDE), no pueden utilizarse en nuevas aplicaciones de aparatos eléctricos ni electrónicos<sup>41</sup>.



La mayoría de los RLB son sustancias químicas persistentes en

38) Es el caso del hexabromobifenilo (HBB), tetrabDE, pentaBDE, hexaBDE, y heptaBDE.

39) Es el caso del HBB y de los PBDE.

40) Es el caso de los PBDE. Ya están incluidos en la Lista de Sustancias Peligrosas (Lista I, Lista II preferente y Lista II prioritaria), regulada por diferentes normas, tal y como consta en el R. D. 9077/2007 por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.

41) Según lo regulado en el **R. D. 208/2005**, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos También está prohibida su fabricación, comercialización y uso por el Reglamento 850/2004/CE sobre COP.

el medio ambiente. Algunos, en especial los pentaBDE (empleado en espuma de acolchonado en el trabajo de tapicería, colchones y asientos, forros de asientos y descansos para la cabeza en automóviles), son altamente bioacumulativos, pero todos ellos son biodisponibles y pueden ser medidos en tejidos de fauna y humanos. De hecho, su producción ha llevado a su extendida y, en algunos casos, creciente presencia en el medio ambiente.

Aunque todavía no se conocen muy bien los efectos que causan estas sustancias sobre la salud humana, los PBDE pueden considerarse como contaminantes comunes en los humanos, ya que las concentraciones de PBDE en leche materna y en sangre humana demuestran la existencia de una tendencia al aumento en las últimas décadas, y hay algunas pruebas de esta tendencia al alza también en el caso de TBBP-A. La presencia de deca-BDE en suero humano (representa el 82% de los productos de PBDE fabricados en el mundo y se emplea sobre todo en textiles, equipo electrónico y materiales de construcción), a pesar de su gran tamaño molecular, demuestra su biodisponibilidad. Aunque es probable que la principal ruta de exposición sea a través de los alimentos (sobre todo para los PBDE, más bioacumulativos<sup>42</sup>), es también probable que otras fuentes de exposición sean significativas, incluido el contacto directo con los productos que usan pirorretardantes.

Los análisis toxicológicos indican que pueden ser tóxicos para el hígado y la tiroides y afectar el desarrollo neurológico.

42) La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), en su **Recomendación relativa a RLB en alimentos y piensos** de 2006 reconoce que los datos actuales disponibles sobre RLB en alimentos y piensos no permiten hacer una evaluación exhaustiva sobre la contaminación en estos productos, por lo que es importante que se refuerce a nivel de toda la Unión Europea la vigilancia de este tipo de compuestos químicos en piensos y alimentos.

### 3.3 Alquilfenoles y sus derivados

Los alquilfenoles (AF) son sustancias químicas no halogenadas fabricados casi exclusivamente para producir alquilfenoles etoxilados (AFE), un grupo de surfactantes no iónicos. Los AFE más usados son los nonilfenoles etoxilados (NFE) y, en menor grado, los octilfenoles etoxilados (OFE). Una vez en contacto con el medio ambiente, los AFE pueden degradarse de nuevo en AF, que son persistentes, bioacumulativos y tóxicos para la vida acuática.

Los AFE más usados (NFE y OFE) están ausentes de la Lista de Sustancias del PNA del Convenio de Estocolmo, pero forman parte de la lista de sustancias del **E-PRTR** y –en el caso de octilfenoles y nonilfenoles– de la Lista de Sustancias Peligrosas emanadas de la Directiva Marco del Agua<sup>43</sup>.



#### **Alquilfenoles etoxilados (AFE).**

Los AFE son un grupo de sustancias usadas principalmente en la fabricación de productos de limpieza como detergentes y, en menor medida, para otras aplicaciones como, por ejemplo, pesticidas, resinas, etc. El más conocido es el nonilfenol etoxilado que son frecuentemente utilizados como productos de limpieza de numerosos procedimientos industriales, para producción de pasta de papel, textiles naturales y sintéticos, cuero, aditivos de pinturas de látex y de determinados plaguicidas.

Tanto los AFE como los AF (especialmente nonilfenol y sus derivados) se encuentran muy dispersos en agua dulce, en agua marina y en sedimentos, en los que estos compuestos persistentes se acumulan. Al ser vertidos al agua, los AFE y los AF se convierten también en componentes comunes en los lodos de aguas residuales,

43) Están incorporadas ya en la Lista de Sustancias Peligrosas (Lista I, Lista II preferente y Lista II prioritaria), regulada por diferentes normas, tal y como consta en el **R.D. 907/2007**, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.

incluidos aquellos que se aplican a suelos.

En relación a la exposición humana con los AF y los AFE, todavía se puede hablar de escasez de datos evaluados, pero se ha constatado que estas sustancias se pueden absorber por inhalación, a través de la piel y por ingestión. Si la exposición es de corta duración es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Su inhalación puede originar edema pulmonar que, a menudo, se pone de manifiesto pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. También altera los mecanismos endocrinos.

En cuanto a los efectos sobre el medio ambiente, se trata de sustancias muy tóxicas para los peces y otros organismos acuáticos. No se degradan con facilidad, tardando meses o incluso más en biodegradarse de la superficie del agua o de los sedimentos del suelo. Su bioacumulación es significativa en organismos acuáticos y en aves.

### 3.4 Ftalatos (Ésteres de ftalato)

Los ftalatos son ésteres no halogenados derivados del ácido ftálico, los cuales son muy usados en una gran variedad de aplicaciones industriales y de consumo. Algunos se comercializan como productos químicos específicos –por ejemplo, el conocido di(2etilhexil)ftalato o DEHP–, mientras que otros son mezclas complejas de isómeros que se componen de varias sustancias específicas con estructuras químicas similares –por ejemplo, di-isononil ftalato (DINP), y di-iso-decil ftalato, (DIDP)–. A raíz de su gran variedad de usos en aplicaciones diversas, se encuentran ahora entre los elementos químicos sintéticos con mayor presencia en el medio ambiente.

Los ftalatos están ausentes del Convenio de Estocolmo y de su PNA en España, estando incluido el DEHP tanto en la lista de sustancias del **E-PRTR** como en la Lista de Sustancias Prioritarias emanadas de la Directiva Marco del Agua<sup>44</sup>.

#### **Ftalatos.**

Tienen varias aplicaciones, dependiendo de la forma química particular, aunque su mayor uso es, con diferencia, como aditivos plastificantes en plásticos flexibles, especialmente en el PVC. Son usados en cosméticos y productos para el cuidado personal, juguetes flexibles de plástico y de vinilo, cortinas para ducha, persianas de vinilo, envases de alimentos y envolturas de plástico, terminados para madera, detergentes, adhesivos, tuberías de plástico para plomería, lubricantes, tubos y bolsas para líquidos de uso médico, disolventes, insecticidas, etc.



Todos los usos de los ftalatos –principalmente su uso como plastificante– ocasionan daños graves para el medio ambiente

44) Ya estaba recogida en la Lista de Sustancias Peligrosas del R. D. 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.

durante la vida útil de los productos, y al convertirse en residuos. En consecuencia, se han reconocido a los ftalatos como uno de los contaminantes sintéticos más abundantes y extendidos y por lo tanto nuestra exposición a los mismos es generalizada y crónica. Son persistentes y pueden bioacumularse.

Por estas razones el Parlamento Europeo aprobó en 2005 la eliminación definitiva de seis materiales contaminantes presentes en juguetes y artículos de puericultura. En concreto, se trata de tres ftalatos dañinos para la fertilidad (DEHP, DBP y BBP) y otros tres perjudiciales para el hígado (DINP, DIDP y DNOP). A pesar de ello, los consumidores pueden seguir expuestos a diversos productos con altos niveles de ftalatos prohibidos por su toxicidad, como han señalado diversos estudios.

Uno de los ftalatos más ecotóxicos, el DEHP, está considerado como tóxico para la reproducción y carcinógeno para los seres humanos. Se puede absorber por inhalación y por ingestión. Los efectos de exposiciones de corta duración provocan irritación de los ojos, la piel y el tracto respiratorio. También puede causar efectos en el tracto gastrointestinal. El contacto repetido o prolongado con la piel puede producir dermatitis.

### 3.5 Bisfenol A

El Bisfenol A es una sustancia química empleada como componente básico del plástico policarbonato y de resinas epoxídicas.

El Bisfenol A está ausente tanto del Convenio de Estocolmo y de su PNA en España, como de la lista de sustancias del **E-PRTR** y de la Lista de Sustancias Prioritarias emanadas de la Directiva Marco del Agua.



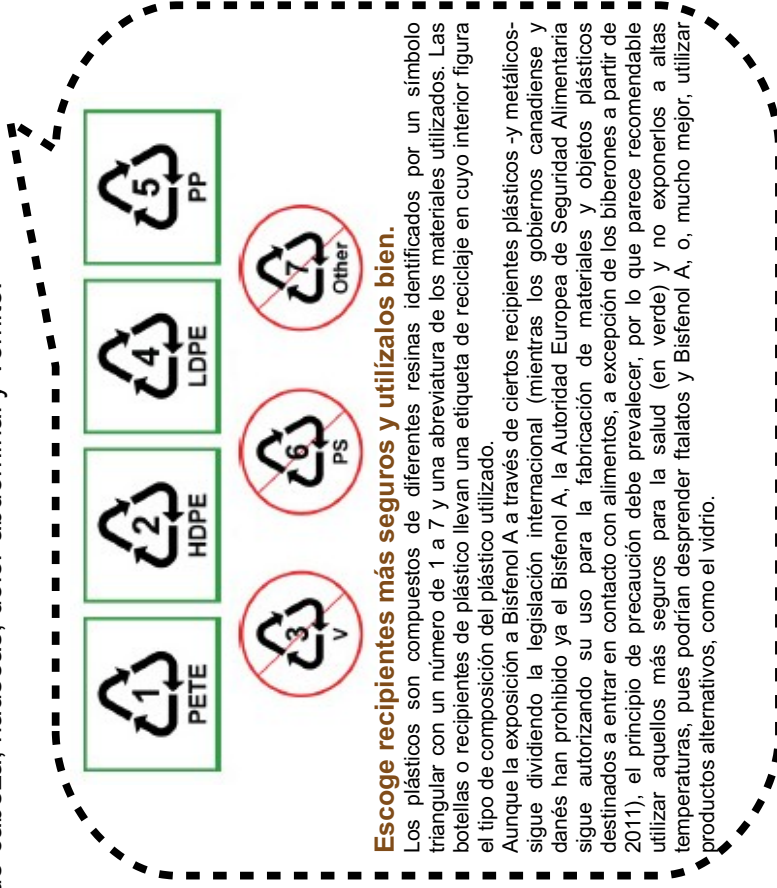
La exposición humana al Bisfenol A está generalizada, y ocurre en mayor proporción por medio de los alimentos y bebidas. También puede provenir del aire, el polvo y el agua.

El Bisfenol A proveniente del revestimiento de las latas de alimentos y los productos de plástico fabricados con esa sustancia puede filtrarse a los alimentos, siendo su cantidad proporcional a una mayor cantidad de calor en alimentos y líquidos. La máxima exposición estimada al Bisfenol A ocurre en lactantes y otros niños, según el Programa Nacional de Toxicología de EE. UU.

Varios estudios científicos han vinculado al Bisfenol A con el

cáncer de mama, el de próstata, los problemas cardiovasculares o la diabetes. Aunque todavía no se conocen a ciencia cierta algunos vínculos existentes entre los efectos para la salud humana y la exposición a los alteradores endocrinos, en países como Canadá o EE. UU. se ha observado que la exposición de los adultos al Bisfenol A afecta al aparato reproductor masculino y que la exposición durante la fase de desarrollo tiene efectos prolongados en el cerebro, en el aparato reproductor masculino y en los procesos metabólicos.

En el lugar de trabajo, la exposición al polvo de Bisfenol A puede irritar los ojos, aumentar la sensibilidad de la piel y causar dermatitis, irritación de la piel y eccemas. El contacto directo puede quemar los ojos, los labios y la piel. La inhalación puede irritar la nariz y la garganta y causar tos y sibilancia. La exposición puede causar dolor de cabeza, náuseas, dolor abdominal y vómito.



**Escoge recipientes más seguros y utilízalos bien.**

- Los plásticos son compuestos de diferentes resinas identificados por un símbolo triangular con un número de 1 a 7 y una abreviatura de los materiales utilizados. Las botellas o recipientes de plástico llevan una etiqueta de reciclaje en cuyo interior figura el tipo de composición del plástico utilizado.
- Aunque la exposición a Bisfenol A a través de ciertos recipientes plásticos -y metálicos- sigue dividiendo la legislación internacional (mientras los gobiernos canadiense y danés han prohibido ya el Bisfenol A, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria sigue autorizando su uso para la fabricación de materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos, a excepción de los biberones a partir de 2011), el principio de precaución debe prevalecer, por lo que parece recomendable utilizar aquellos más seguros para la salud (en verde) y no exponerlos a altas temperaturas, pues podrían desprender ftalatos y Bisfenol A, o, mucho mejor, utilizar productos alternativos, como el vidrio.

### 3.6 Los COP como alteradores endocrinos

Como se ha observado, los COP están presentes en todos los ámbitos de nuestra vida y del medio ambiente, por lo que estamos constantemente expuestos. Así, los podemos encontrar en muchos productos de uso común, como resinas, plásticos, pesticidas, detergentes, cosméticos o fragancias, pero también en la actividad laboral, y aunque sus efectos sobre la salud y el medio ambiente pueden ser diversos, los más comunes, desconocidos y menos estudiados, están relacionados, en algunos casos, con su papel como alteradores endocrinos (AE).

Los AE son sustancias químicas capaces de alterar el sistema hormonal y ocasionar diferentes daños sobre la salud de los seres humanos expuestos y de su descendencia. Es más, **los efectos más preocupantes ocurren en hijas e hijos de madres expuestas durante el embarazo y la lactancia**. También afectan a la reproducción y la salud de otras especies animales.

Los AE interfieren en el funcionamiento del sistema hormonal mediante alguno de estos tres mecanismos:

- 1) Suplantando la actividad de las hormonas naturales del organismo y participando de sus reacciones químicas, provocando los mismos efectos: Ej.: Algunos ftalatos.
- 2) Bloqueando, mediante acción competitiva, los receptores hormonales y en consecuencia bloquear la actividad de las hormonas naturales: Ej.: DDT, bisfenol A.
- 3) Interfiriendo en la síntesis, el transporte, el metabolismo y la excreción de las hormonas, alterando la concentración fisiológica y como consecuencia la acción endocrina correspondiente: Ej.: Fungicidas, PCB.

Las alteraciones sobre la salud mas frecuentemente asociadas a la exposición a AE tanto en animales de distintas especies como en el ser humano, incluyen principalmente enfermedades hormonodependientes entre las que se encuentran: Disfunciones tiroideas, alteraciones en el crecimiento, aumento en la incidencia de

problemas relacionados con el tracto reproductor masculino, disminución de la fertilidad, pérdida en la eficacia del apareamiento, anomalías del comportamiento, alteraciones metabólicas evidentes desde el nacimiento, desmasculinización, feminización y alteraciones del sistema inmune, e incluso incremento en la incidencia de diferentes tipos de cáncer de órganos con función dependiente de hormonas. La siguiente tabla resume los posibles efectos sobre la salud humana de los AE:

Tabla 3

Mujeres	Hijas	Hijos	Hombres
Cáncer de mama	Pubertad precoz	Criptorquidia o no descenso testicular.	Cáncer de testículo
Endometriosis	Cáncer vaginal	Hipospadias	Cáncer de próstata
Muerte embrionaria y fetal	Mayor incidencia de cánceres.	Reducción del recuento espermático	Reducción del recuento espermático
Malformaciones en la descendencia	Deformaciones en órganos reproductores.	Disminución del nivel de testosterona	Reducción de calidad del esperma
	Problemas en el desarrollo del sistema nervioso central	Problemas en el desarrollo del sistema nervioso central	Disminución del nivel de testosterona
	Bajo peso de nacimiento	Bajo peso de nacimiento	Modificaciones de concentraciones de hormonas tiroideas
	Hiperactividad	Hiperactividad	
	Problemas de aprendizaje	Problemas de aprendizaje	
	Disminución del coeficiente de inteligencia y de la comprensión lectora	Disminución del coeficiente de inteligencia y de la comprensión lectora	

La vulnerabilidad de los seres humanos depende de la edad y del sexo, afectando más durante el desarrollo embrionario del feto y durante la primera infancia, y también durante la decadencia del sistema nervioso en las personas mayores. La influencia del sexo se debe a la diferencia de materia grasa del cuerpo de las mujeres, un 15% más que el de los hombres, lo que las convierte en un

bioacumulador químico de las sustancias liposolubles. Los productos que afectan el sistema nervioso central tienen su entrada facilitada por hormonas y neurotransmisores del propio cuerpo, entre ellos los estrógenos, por lo que su cerebro se verá más afectado que el de los hombres ante la misma cantidad de exposición química. La carencia de reservas de hierro, de predominio femenino por la menstruación en edad reproductiva, hace más vulnerable el cerebro a minerales y químicos ambientales. Existen también diferencias en las condiciones de trabajo y en la división de tareas que hacen que las mujeres estén más expuestas que los hombres a agentes químicos potencialmente tóxicos.

Aunque la exposición ocupacional a alteradores endocrinos suele ser de baja intensidad, también puede ser de larga duración, pudiendo abarcar incluso toda o gran parte de la vida laboral de una persona. Ello motiva que algunos de los efectos aparezcan a largo plazo y que su evolución sea muy lenta, tardando mucho tiempo en manifestarse los síntomas de la afectación (enfermedades crónicas degenerativas como el cáncer). Pero en otros casos los efectos se manifiestan a más corto plazo (ciertas alteraciones hormonales o de la función reproductiva), siendo en ambos casos, el sexo femenino el más vulnerable.

### Incidencia de los AE en el ámbito laboral.

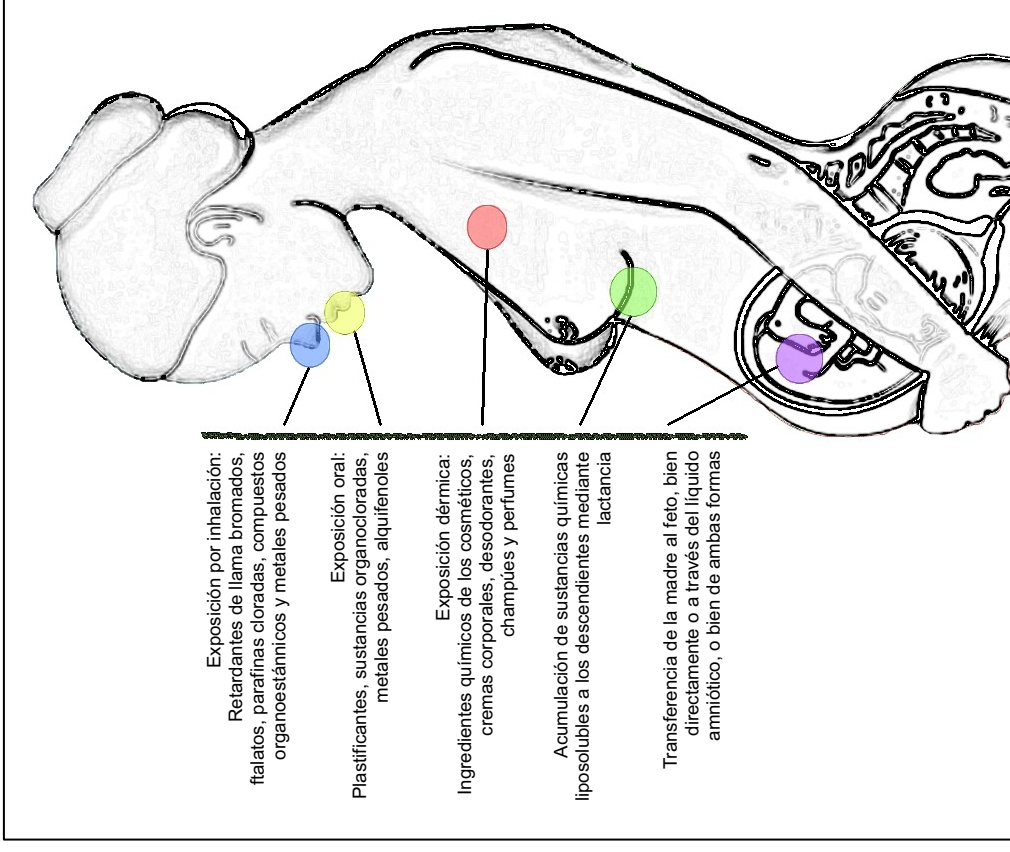
Algunos de los entornos laborales más expuestos a alteradores endocrinos para trabajadores y, sobre todo, para trabajadoras, son:

1. Sector químico (fabricación, utilización, transporte o envasado de bisfenol A), uso de bisfenol A en el sector del metal o en la industria del plástico.
2. Mantenimiento y limpieza de industrias relacionadas con el estireno.
3. Fabricación de cosméticos e industria textil (ftalatos).
4. Fabricación y aplicación de agroquímicos en agricultura, fumigación y limpieza.
5. Almacenamiento, transporte y gestión de equipos y materiales que contienen o están contaminados con PCB.
6. Uso de disolventes en diferentes sectores (químico, metal, textil, calzado, limpieza, fabricación de materiales eléctricos y electrónicos).
7. Uso de retardantes bromados de llama (fabricación de materiales eléctricos y electrónicos, transporte de alambres y cables, construcción, etc.).
8. Uso de alquifenoles (sector químico, limpieza, agricultura, construcción, etc.).

Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) los principales alteradores endocrinos relacionados con el trabajo son los plaguicidas, las dioxinas, los PCB, el HCB, los ftalatos, los alquifenoles y el bisfenol A, todos ellos COP. A continuación se incluyen algunos ejemplos de exposición laboral:

- ➔ En el caso de las dioxinas, puede haber exposición laboral en caso de accidentes industriales o tecnológicos, o por contacto. Las fuentes principales de generación de dioxinas son la incineración de residuos, las fábricas de pasta de papel y la fabricación de PVC. La exposición a dioxinas se relaciona con la aparición de cloracné hiperpigmentación, alteración de la función hepática y metabolismo lipídico inmunosupresión, mayor incidencia de sarcomas y enfermedad de Hodgkin.
- ➔ En el caso del PCB, la exposición puede ocurrir durante la reparación y el mantenimiento de equipos que lo contienen (principalmente los transformadores), accidentes, derrames, transporte de material o del equipo, o incendios. Las principales rutas de ingreso al organismo son por vía respiratoria, con aire contaminado, y por vía dérmica, mediante el contacto directo con materiales contaminados con PCB. Los PCB están presentes en todo el medio ambiente y se piensa que pueden tener efectos negativos sobre la salud humana en una magnitud mayor de lo que se pensaba, afectando a funciones hormonales del tiroides.
- ➔ Podemos estar expuestos a hexaclorobenceno (HCB) mediante alimentos contaminados, respirando niveles bajos en aire contaminado y trabajando en una fábrica que lo usa o lo obtiene como subproducto. Los estudios en animales han demostrado que produce efectos adversos sobre la salud como daños en el hígado, el tiroides, el sistema nervioso, los huesos, los riñones, la sangre y los sistemas inmunitario y endocrino.

Con estos datos, se puede intuir el especial significado de este riesgo químico sobre la mujer, por lo que proteger la reproducción y la maternidad en el lugar de trabajo adquiere una dimensión que no debe ceñirse sólo al embarazo, sino a toda su vida.



La prevención a la exposición laboral de las mujeres embarazadas, que acaban de dar a luz o en período de lactancia, a AE, debe garantizarse. Ante esta posibilidad, el empresario debe adoptar las medidas necesarias, tal y como se establece en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (artículo 26). Las sustancias prohibidas para embarazadas y lactantes son aquellas incluidas en la "lista no exhaustiva de agentes y condiciones de trabajo a los cuales no podrá haber riesgo de exposición" por parte de estas trabajadoras, establecida por el R. D. 298/2009.

## Identificar los alteradores endocrinos

Si crees que en tu empresa se utilizan sustancias químicas peligrosas con capacidad de actuar como alteradores endocrinos (AE), el primer paso en la evaluación del riesgo es su identificación y la de los trabajadores que puedan estar expuestos.

Para encontrar la primera forma de identificación, hay que recordar que las sustancias identificadas oficialmente como AE está recogidas en el Reglamento REACH como SEP (Sustancias Extremadamente Preocupantes), lo que supone que están sujetas a autorización<sup>45</sup>, cuya numeración debe incluirse en el etiquetado del producto.

Otra forma de identificación son las Fichas de Datos de Seguridad (FDS), que deben facilitarse obligatoriamente en caso de que las sustancias estén sujetas a autorización, pero también en el caso de considerarse “peligrosas”. A través de la FDS podemos conocer las sustancias peligrosas que contiene el producto, y conocido el nombre de éstas y su número CAS, podemos acudir, por ejemplo, a los listados publicados en las sucesivas aplicaciones de la Estrategia Comunitaria de Alteradores Endocrinos.

Por último, en el propio etiquetado (al igual que en la FDS), se pueden reconocer los nuevos pictogramas, palabras de advertencia, indicaciones de peligro, consejos de prudencia e información complementaria de obligado cumplimiento, según el nuevo Reglamento CLP. No obstante, hay que tener en cuenta que –al contrario de otras sustancias peligrosas como los cancerígenos, los mutágenos y los tóxicos para la reproducción– los alteradores endocrinos no disponen, como tales, de indicadores de peligro (frases H –equivalente a frases R–), por lo que se puede optar por localizar

45) El REACH permite el uso de SEP, incluso existiendo alternativas disponibles, ya que prevé que se podrá conceder autorización para la comercialización y uso de una sustancia si:

- No hay sustancias o tecnologías alternativas en el mercado (TPB y MPMB).
- Se demuestra que el riesgo está adecuadamente controlado (CMR y AE).
- Se demuestra que las ventajas socioeconómicas compensan los riesgos derivados para la salud humana o el medio ambiente del uso de la sustancia.

Este criterio se contradice con el principio de sustitución existente en la legislación disponible sobre la protección de los trabajadores emanado de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

indicadores de peligro o riesgo para la reproducción, mutagenidad y carcinogenicidad, ya que buena parte de estas sustancias serán alteradores endocrinos y, en cualquier caso, de similar peligrosidad:

**H341:** Mutagenidad en células germinales, categoría 2.

Se sospecha que provoca defectos genéticos.

**H350:** Carcinogenicidad, categorías 1A y 1B. Puede provocar cáncer.

**H351:** Carcinogenicidad, categoría 2.

Se sospecha que provoca cáncer.

**H360:** Toxicidad para la reproducción, categorías 1A y 1B.

Puede perjudicar la fertilidad o dañar al feto.

**H361:** Toxicidad para la reproducción, categoría 2.

Se sospecha que perjudica la fertilidad o daña al feto.

**H362:** Toxicidad para la reproducción. Categoría adicional-Efectos sobre la lactancia o a través de ella.

Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna.

**H370:** Toxicidad específica en determinados órganos-Exposición única, categoría 1. Provoca daños en los órganos.

**H371:** Toxicidad específica en determinados órganos-Exposición única, categoría 2. Puede provocar daños en los órganos.

**H372:** Toxicidad específica en determinado órganos-Exposiciones repetidas, categoría 1. Provoca daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas.

**H373:** Toxicidad específica en determinados órganos-Exposiciones repetidas, categoría 2. Provoca daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas.



## 4. Intervención sindical ante el riesgo ecotóxico

### 4.1 Instrumentos para la acción sindical

En el marco de la actividad laboral, los trabajadores estamos llamados a ejercer un papel fundamental en el ámbito medioambiental por diversos motivos:

- **Para conocer e impulsar la prevención y la minimización de los impactos ambientales de la empresa.** El conocimiento de los riesgos medioambientales de la actividad de la empresa permite afrontarlos y corregirlos en mejores condiciones si se aporta la experiencia y conocimiento cotidiano de los trabajadores.
- **Para impulsar la implantación de Mejores Técnicas Disponibles (MTD) que permitan la mejora continua del comportamiento ambiental de la empresa.** La implantación de las MTD está pasando a ser un criterio para la obtención de la *Autorización Ambiental Integrada* en las empresas afectadas por la Ley de Prevención y Control Integrado de la Contaminación. Su introducción implica, en muchos casos, cambios en la organización del trabajo, nuevas necesidades formativas, y modificaciones en los hábitos y comportamientos cotidianos. Afrontar todo ello por la vía del diálogo para la resolución de posibles situaciones conflictivas que se pueden generar en los procesos de adaptación implica también la necesaria participación de los representantes de los trabajadores desde el inicio de los procesos de adaptación, anticipando efectos y consecuencias.

- **Para el mantenimiento y la mejora del empleo y de la calidad de las condiciones de trabajo.** Los cambios o actuaciones para la mejora ambiental que impliquen riesgos para la salud o la calidad del trabajo pueden terminar generando retrocesos en su aceptación e ineficacia de las medidas adoptadas. La implicación y la participación de los representantes de los trabajadores debe ayudar a identificar preventivamente los impactos que estas medidas de mejora ambiental puedan tener sobre las condiciones de trabajo y el

empleo, adoptando los necesarios procesos de control sobre sus efectos y propiciando soluciones compartidas.

- **Para defender, como parte importante de la sociedad, los intereses generales de los ciudadanos en el seno de la empresa,** en beneficio de su entorno, preservando y mejorando la calidad de vida de los ciudadanos.

Sin embargo, hay muchas dificultades para poder ejercer ese papel:

- Existe una escasez en lo relativo a la cobertura legal que dé cabida a la participación e intervención de los trabajadores y sus representantes en el ámbito del medio ambiente.
- Hay carencias de conocimientos ambientales entre los trabajadores y sus representantes.
- Prevalece la ausencia de predisposición de los empresarios a admitir este escenario de acceso a la participación y a la colaboración.

Las dos últimas razones son una consecuencia directa de la primera, que determina que los empresarios en muchos casos no accedan a admitir tal participación en una gestión que consideran “coto privado”. Sin embargo, la interrelación salud laboral-medio ambiente permite intervenir en un conflicto ambiental a través del ejercicio de los derechos reconocidos a los trabajadores y sus representantes en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL), que junto al amparo que otorga el Estatuto de los Trabajadores (ET), a la existencia de sistemas voluntarios de gestión ambiental (EMAS<sup>46</sup> e ISO 14001), y a la regulación del acceso a la información sobre medio ambiente<sup>47</sup>, conforman una serie de instrumentos de participación e intervención que, en principio, pueden sortear el vacío legal de fondo existente.

46) Un sistema de gestión medioambiental es la parte del sistema general de gestión de una empresa en la que se concreta la política ambiental de la misma. En nuestro país, el **Reglamento EMAS** (de ámbito europeo) considera la participación activa de los trabajadores como elemento esencial del sistema para promover mejoras continuas en el comportamiento ambiental (así lo establece en su artículo 1), mientras que la norma UNE-EN-ISO 14001 (de ámbito internacional) reducen la participación a “los empleados o miembros en cada nivel o función relevante”.

47) A través de la **Ley 27/2006**, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente.

## Negociación Colectiva y cláusulas ambientales

No obstante, en un marco legal como el que ya hemos señalado, en el que sólo de forma indirecta e insuficiente se prevé la posible intervención sindical en materia ambiental, parece evidente la necesidad de acudir a la Negociación Colectiva como instrumento que permita una mayor participación sindical en la consecución de un desarrollo sostenible y en una eficaz gestión ambiental dentro de la empresa.

Aunque la Constitución española no contempla expresamente una reserva de materias a la Negociación Colectiva sí considera a ésta como uno de los instrumentos principales en la regulación de las condiciones de trabajo y de las relaciones laborales en su ámbito de aplicación, por lo que si bien es cierto que el medio ambiente no está considerado entre el contenido del convenio colectivo en el artículo 85 del ET, resulta evidente la posibilidad de que a través de esta vía se articulen principios, compromisos, formas de participación y derechos sindicales relativos a éste. La Negociación Colectiva se configura así como un instrumento alternativo de primer orden y en el que pueden cobijarse múltiples formas de actuación.

La necesidad de que el Convenio Colectivo se convierta también en instrumento de participación e intervención sindical se constata en los esfuerzos como el de la UGT, que desde el año 2000 incorpora como criterios en materia ambiental aspectos como la inclusión de al menos una cláusula específica que establezca el derecho de información y formación ambiental de los trabajadores en los convenios estatales de ámbito sectorial. Asimismo, cuando el número de trabajadores de la empresa y el estado de las relaciones laborales lo aconseje, el sindicato aboga por la constitución de una Comisión Paritaria de Medio Ambiente, en la que los representantes de los trabajadores serán delegados de medio ambiente.

## El Delegado de medio ambiente

Esta figura no se recoge, hoy por hoy, ni en la normativa ambiental ni en la laboral pero tiene cabida en el proceso de la

negociación colectiva, como también la tendría en el caso de que la empresa participara en un sistema voluntario de gestión ambiental. Con todo, esta precaria cobertura legal se puede sortear en el resto de los casos, al acogerse a artículos del ET que, de forma indirecta, permiten la cabida de la materia ambiental (artículos 64.2.d y 64.7.c).

Junto al ET también cabría citar la puerta que abre a la participación en materia de medio ambiente la LPRL (artículo 33.1.a), que obliga a la empresa a consultar a los trabajadores sobre “*la planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores, derivadas de la elección de los equipos, la determinación y la adecuación de las condiciones de trabajo y el impacto de los factores ambientales en el trabajo*”. De esta forma, se entiende que algunos aspectos ambientales tocan de lleno con esta obligación, como son el almacenamiento y gestión de residuos en el interior de la empresa, las fuentes de energía empleadas, etc. A su vez, la preocupación por la salud debe extenderse al ambiente externo de la empresa puesto que un mal comportamiento ambiental de la empresa puede amenazar la salud de los trabajadores fuera de la jornada laboral.

Así se legitima que por esta vía los delegados de prevención tengan derecho a recibir información y ser consultados. Incluso, se puede fomentar que cualquier delegado o afiliado asuma el tema, siempre que lo haga desde la responsabilidad y el rigor.

### Derechos y competencias del delegado de medio ambiente.

1. Ser informado sobre la gestión ambiental de la empresa.
2. Realizar una labor de vigilancia y control del cumplimiento de la normativa ambiental.
3. Participar junto con la dirección de la empresa en la adecuada gestión ambiental.
4. Ser consultados ante cualquier medida que adopte la empresa en estos temas.
5. Acompañar a los distintos cuerpos de inspección ambiental que visite la empresa.
6. Recibir la formación ambiental adecuada.
7. Disponer de un crédito horario sindical para el desempeño de sus actividades.

## 4.2 Identificación de las sustancias potencialmente ecotóxicas

Los productos químicos pueden estar presentes en el lugar de trabajo por utilizarse en algún proceso, aparecer en el transcurso del mismo o ser el resultado final, aunque también pueden estar presentes en funciones auxiliares (materiales de limpieza, refrigerantes, pinturas, etc.).

La identificación de las sustancias ecotóxicas presentes en el centro de trabajo es imprescindible para evaluar sus riesgos y llevar a cabo una adecuada prevención de los mismos con el fin de proteger la salud de los trabajadores y el medio ambiente. Para ello es necesario:

- **Conocer sus propiedades y sus riesgos por medio de distintas fuentes informativas.** Una parte de esta información se encuentra en las etiquetas de los envases de los productos químicos que se utilizan (incluyendo productos químicos y plaguicidas) y en las Fichas de Datos de Seguridad (FDS), en las que se ofrece una información más detallada.
- **Conocer el “ciclo de uso” o de presencia de estos productos en la empresa.** Es decir, determinar las condiciones de adquisición, almacenamiento, utilización y gestión, las instrucciones recibidas, los procedimientos escritos y los puestos de trabajo.
- **Documentar, registrar y actualizar permanentemente esta información.** Con la finalidad de dar una continuidad a la acción preventiva en la empresa a través de dossieres propios para cada producto.

### Pasos para la identificación

#### 1. PRESELECCIÓN

Si bien el objetivo final sería documentar los riesgos y actuar sobre todos los productos ecotóxicos presentes en el lugar de trabajo, cuando esto no sea posible es mejor realizar una selección previa. Para ello bastaría con conseguir algunas informaciones a través de

un cuestionario sencillo, la propia observación o simplemente preguntando a los compañeros/as y/o a la dirección.

## 2. ETIQUETAS

Es la primera información que recibe el usuario, pues viene en el envase del producto. Esta dirigida a comunicar los riesgos de utilización sobre todo desde el punto de vista de la salud humana por medio de una serie de símbolos e indicaciones de peligro. Con la incorporación del Reglamento CLP<sup>48</sup>, las etiquetas han cambiado significativamente por lo que es necesario conocer sus nuevas características, que se basan en el cambio de los pictogramas utilizados hasta ahora (símbolo negro sobre fondo naranja), el cambio de los indicadores de peligro (desaparecen las frases R y aparecen las frases H y EUH) y el cambio de los consejos de prudencia (desaparecen las frases S y aparecen las frases P). También se deberá asignar una palabra de advertencia en función de la sustancia o mezcla: “peligro” o “atención”.

El diagrama muestra un ejemplo de etiqueta de producto químico con los siguientes elementos:

- Pictogramas de peligro:** Tres pictogramas en triángulos rojos: un fuego (H225), un signo de exclamación (H319), y un signo de peligro (H336).
- Palabras de advertencia:** "PELIGRO" en un recuadro rojo.
- Identificación de producto:** Un recuadro con el número CAS y la denominación IUPAC o comercial.
- Identificación de peligro:** Una flecha roja que apunta a los pictogramas.
- Consejos de prudencia:** Una flecha roja que apunta a los pictogramas.
- Consejos de prudencia:** Una flecha roja que apunta a los pictogramas.
- Consejos de prudencia:** Una flecha roja que apunta a los pictogramas.
- Consejos de prudencia:** Una flecha roja que apunta a los pictogramas.

Información adicional en la etiqueta:

- H225:** Líquido y vapores muy inflamables.
- H319:** Provoca irritación ocular grave.
- H336:** Puede provocar somnolencia o vértigo.
- EUH066:** La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.
- P210:** Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes-no fumar.
- P305 + P351 + P338:** EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.
- P501:** Eliminar el recipiente a través de un gestor autorizado.

Información suplementaria.

Ejemplo de etiqueta.

48) Reglamento (CE) nº 1272/2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas.

Con la incorporación del Reglamento CLP se ha variado la clasificación de las sustancias estableciéndose 3 tipos de peligro (físicos, para la salud y para el medio ambiente), 28 clases y 79 categorías.

#### Peligros físicos



#### Peligros para la salud



#### Peligro para el medio ambiente



Mientras el sistema anterior<sup>49</sup> aportaba al pictograma sobre “peligro para el medio ambiente” un significado amplio como indicador (afectaba a: organismos acuáticos, flora, fauna, organismos del suelo, abejas, capa de ozono, etc.), el sistema CLP se refiere sólo al potencial de la sustancia o mezcla como tóxico para el medio

49) El Reglamento CLP ha sustituido a la anterior normativa recogida por el R. D. 363/1995 y el R. D. 255/2003.

acuático, considerando éste, por una parte, con base a los organismos acuáticos que viven en el agua, y por otra parte, con base al ecosistema acuático del que forman parte. En este sentido, la propuesta no comprende los contaminantes acuáticos en los que puede ser necesario considerar efectos más allá del medio ambiente acuático, como los impactos sobre la salud humana, **lo que supone que la única presencia de este pictograma y de las indicaciones de peligro que lo acompañen no será suficiente para la identificación de ecotóxicos.**

**Indicaciones de peligro para el medio ambiente.**  
**Frases H y EUH**  
**H400:** Tóxico para los organismos acuáticos.  
**H410:** Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.  
**H411:** Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.  
**H412:** Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.  
**H413:** Puede ser nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.  
**EUH059:** Peligroso para la capa de ozono (sin pictograma).

### 3. FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

La ficha de datos de seguridad (FDS) es uno de los medios más importantes de información sobre los riesgos de las sustancias y mezclas químicas. Completa la información recogida en la etiqueta del envase y constituye una herramienta indispensable y efectiva para los trabajadores, para los Delegados de Prevención y para el empresario en materia de prevención de los riesgos laborales y protección del medio ambiente.

A pesar de las insuficiencias en relación a numerosos aspectos medioambientales –fruto de las consideraciones que se han hecho para las etiquetas–, la FDS permite después de su modificación por el Reglamento REACH<sup>50</sup> una información extra que se incluye entre las 16 secciones siguientes, así como los epígrafes que se indican, y que

50) Sustituye a la anterior normativa recogida por el R. D. 363/1995.

se destacan en color verde:

**Sección 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa.**

- 1.1. Identificador del producto.
- 1.2. Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados.
- 1.3. Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad.
- 1.4. Teléfono de emergencia.

**Sección 2: Identificación de los peligros.**

- 2.1. Clasificación de la sustancia o de la mezcla.
- 2.2. Elementos de la etiqueta.
- 2.3. Otros peligros.

**Sección 3: Composición/información sobre los componentes.**

- 3.1. Sustancias.
- 3.2. Mezclas.

**Sección 4: Primeros auxilios.**

- 4.1. Descripción de los primeros auxilios.
- 4.2. Principales síntomas y efectos, agudos y retardados.
- 4.3. Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente.

**Sección 5: Medidas de lucha contra incendios.**

- 5.1. Medios de extinción.
- 5.2. Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla.
- 5.3. Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios.

**Sección 6: Medidas en caso de vertido accidental.**

- 6.1. Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia.
- 6.2. Precauciones relativas al medio ambiente.
- 6.3. Métodos y material de contención y de limpieza.
- 6.4. Referencia a otras secciones.

**Sección 7: Manipulación y almacenamiento.**

- 7.1. Precauciones para una manipulación segura.
- 7.2. Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades.
- 7.3. Usos específicos finales.

**Sección 8: Controles de exposición/protección individual.**

- 8.1. Parámetros de control.
- 8.2. Controles de la exposición.

**Sección 9: Propiedades físicas y químicas.**

67

- 9.1. Información sobre propiedades físicas y químicas básicas.
- 9.2. Información adicional.

**Sección 10: Estabilidad y reactividad.**

- 10.1. Reactividad.
- 10.2. Estabilidad química.
- 10.3. Posibilidad de reacciones peligrosas.
- 10.4. Condiciones que deben evitarse.
- 10.5. Materiales incompatibles.
- 10.6. Productos de descomposición peligrosos.

**Sección 11: Información toxicológica.**

- 11.1. Información sobre los efectos toxicológicos.

**Sección 12: Información ecológica.**

- 12.1. Toxicidad.
- 12.2. Persistencia y degradabilidad.
- 12.3. Potencial de bioacumulación.
- 12.4. Movilidad en el suelo.
- 12.5. Resultados de la valoración PBT (Sustancias Persistentes, Bioacumulativas, Tóxicas) y MPMB (Muy Persistentes y Muy Bioacumulativas).
- 12.6. Otros efectos adversos.

**Sección 13: Consideraciones relativas a la eliminación.**

- 13.1. Métodos para el tratamiento de residuos.

**Sección 14: Información relativa al transporte.**

- 14.1. Número ONU.
- 14.2. Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas.
- 14.3. Clase(s) de peligro para el transporte.
- 14.4. Grupo de embalaje.
- 14.5. Peligros para el medio ambiente.
- 14.6. Precauciones particulares para los usuarios.
- 14.7. Transporte a granel con arreglo al anexo II del Convenio Marpol 73/78 y del Código IBC.

**Sección 15: Información reglamentaria.**

- 15.1. Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla.
- 15.2. Evaluación de la seguridad química.

**Sección 16: Otra información**

68

#### 4. OTRAS FUENTES

En algunos casos, para identificar los productos ecotóxicos no es suficiente con las etiquetas y las fichas de datos de seguridad, pues la finalidad original y la mayoría de datos y estudios realizados hasta el momento están encaminados a la protección de los trabajadores, sin hacer alusión a sus potenciales efectos medioambientales. Esto es así en los casos de posible aparición de ecotóxicos en el transcurso del proceso productivo, formando parte de subproductos, residuos, vertidos o emisiones, por lo que son también relevantes otra serie de fuentes de información que permiten superar estas limitaciones y que son:

- ➔ En la empresa se pueden consultar diferentes documentos: La Autorización Ambiental<sup>51</sup>, la Licencia Ambiental<sup>52</sup>, el Análisis de Riesgos Medioambientales<sup>53</sup>, el libro de registro de emisiones, la autorización de vertidos, declaración anual de residuos peligrosos producidos, etiquetado de residuos peligrosos, etc.
- ➔ **Normativas, disposiciones y documentos** de las administraciones más comprometidas con el medio ambiente, tales como:
  - Junta de Castilla y León.
  - Ministerio de Medio Ambiente.
  - Registro Estatal de Fuentes Contaminantes (E-PRTR).
  - Centro Nacional de Referencia sobre COP.
  - Portal de información del REACH-CLP.

- Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición.
- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. Gobierno EE. UU (en español).
- Tox Town. National Library of Medicine. Instituto Nacional de Salud. Gobierno de EE. UU (en español).
- “Sustancias tóxicas persistentes”. Instituto Nacional de Ecología. México.
- ➔ **Convenios y Protocolos internacionales:** En ellos, y en forma de anexos revisables periódicamente aparecen listas de productos sobre los que actuar.
- ➔ **INTERNET:** Publicaciones y bases de datos de acceso libre, como por ejemplo:
  - Información toxicológica y ambiental: <http://busca-tox.com>
  - Organización Mundial de la Salud (en inglés): <http://www.who.int/topics/poisons/es/>
  - PNUMA: “Gestión Racional y Sostenible de Sustancias Químicas”. Un manual para los trabajadores y sindicatos.
  - PNUD: “Gestión de los productos químicos para un desarrollo sostenible”.
  - IPEN: “Guía para las ONG sobre los COP”
  - ISTAS: Base de datos de sustancias tóxicas y peligrosas “RISCTOX”.
  - Greenpeace: “Sustancias químicas más allá de su control”.

51) La **autorización ambiental** afecta a las actividades o instalaciones que, teniendo la consideración de nueva actividad, se relacionan en el Anexo I de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León, así como en el Anexo I de la Ley 16/2002, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación.

52) La **licencia ambiental** afecta a todas las actividades e instalaciones susceptibles de ocasionar molestias considerables, de acuerdo con lo establecido reglamentariamente y en la normativa sectorial, alterar las condiciones de salubridad, causar daños al medio ambiente o producir riesgos para las personas o bienes.

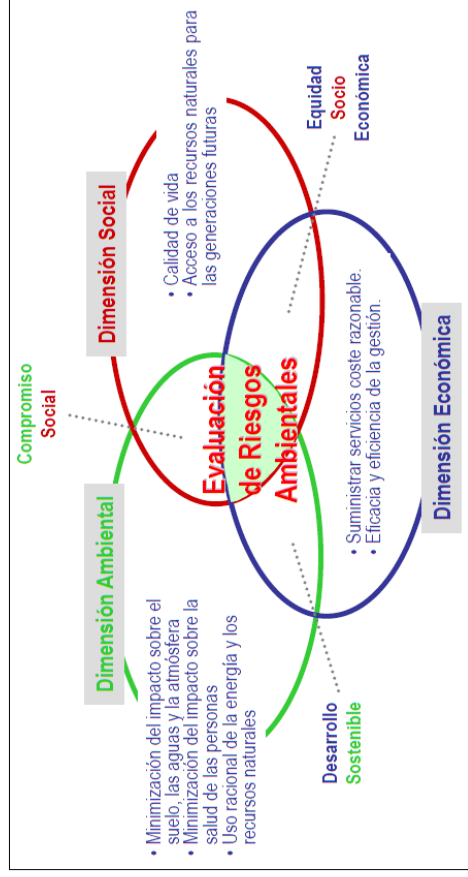
53) Según la Ley 26/2007, de responsabilidad ambiental, las empresas recogidas en su Anexo III tienen la obligación de adoptar y a ejecutar las medidas de prevención, de evitación y de reparación de daños medioambientales y a sufragar sus costes, cualquiera que sea su cuantía, cuando resulten responsables de los mismos.

Las empresas afectadas deben disponer de una garantía financiera que les permita hacer frente a la responsabilidad medioambiental inherente a su actividad, que partirá de un previo “análisis de riesgos medioambientales”, que además deberá verificarse conforme a la norma UNE 150008:2008 para el análisis y evaluación de riesgos ambientales. Este informe puede ser de gran utilidad para la identificación de peligros y la estimación y evaluación de los riesgos ambientales.

### 4.3 La evaluación de los riesgos ecotóxicos

El desarrollo de actividades industriales que pueden implicar un riesgo para la comunidad, consecuencia de la existencia de un potencial peligro o porque supongan un riesgo en la medida en que pueda producir accidentes ambientales, con o sin víctimas, justifica el que los responsables de estas actividades potencialmente peligrosas se sometan a un sistema de responsabilidad civil con la finalidad de que respondan, en su caso, por los daños que pudieran ocasionar.

Para conocer el alcance del riesgo ambiental, la **Ley 26/2007 de responsabilidad ambiental** reconoce para ciertas actividades<sup>54</sup> la necesidad de un análisis previo de los riesgos ambientales que pueda responder de los daños que causen a determinados recursos naturales y a la salud humana.



La evaluación de riesgos consiste en la valoración de los riesgos identificados a partir de la determinación de dos aspectos fundamentales: la frecuencia o probabilidad de ocurrencia, y la gravedad de las consecuencias en el caso de que éstos se materialicen en daños ambientales. El objetivo de la evaluación de riesgos ambientales es obtener una información precisa que permita, de forma sistemática y rigurosa, jerarquizar los riesgos de una instalación con base en una serie de criterios económicos, sociales y ambientales.

En cualquier caso, toda instalación que utilice sustancias o mezclas potencialmente ecotóxicas debería identificar los peligros para conocer los riesgos ambientales, considerando los siguientes aspectos:

#### Emplazamiento

- Ubicación de la instalación y distribución (planos).
- Uso actual, usos pasados y posibles usos futuros.
- Existencia de pavimento y sus características.
- Existencia de redes de drenaje y saneamiento.
- Pendiente del terreno.
- Actividades colindantes.

#### Proceso Industrial

- Materias primas y productos auxiliares.
- Flujo de materia del proceso productivo.
- Emisiones, residuos y vertidos generados.

#### Instalaciones Auxiliares

- Pozos.
- Transformadores.
- Calderas.
- Compresores.
- Taller mecánico.
- Cabina de pintura.
- Hornos.
- Otros.

#### Almacenamientos

- Sustancia almacenada.
- Tipos de recipientes, depósitos, etc.
- Cantidades almacenadas.
- Medidas de contención de vertidos.

#### Entorno

- Características físicas (geología, hidrología, etc.) y meteorológicas.
- Vulnerabilidad a la contaminación.
- Figuras de protección natural.

54) Ver Anexo III de la **Ley 26/2007**, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.

El listado de peligros identificados permitirá la formulación de los riesgos medioambientales de la instalación. El proceso de evaluación consiste en la aplicación de un criterio que permita clasificar los mismos en **aceptables** o **inaceptables** para la **Organización**.

De esta forma, el análisis de los peligros ambientales puede suponer la identificación de situaciones intolerables que deben eliminarse. En el caso de los ecotóxicos, independientemente de las condiciones de uso y medidas de prevención adoptadas, las sustancias peligrosas deberían ser sustituidas o eliminadas. Este es el caso de las sustancias **CMR** (sustancias carcinogénicas, mutagénicas o tóxicas para la reproducción), sustancias **PBT** (sustancias persistentes, bioacumulativas y tóxicas), sustancias **MPMB** (sustancias muy persistentes y muy bioacumulativas) y aquellas reconocidas como **alteradores endocrinos**, cuya eliminación es una prioridad para los sindicatos.

Para tratar los riesgos medioambientales a los que está expuesta una instalación, se distinguen dos grupos:

## ➔ RIESGOS MEDIOAMBIENTALES INTERNOS.

### a) Riesgos asociados al proceso industrial:

1. Vertidos, derrames o emisiones durante los procesos de carga y descarga de los equipos empleados de proceso productivo, asociados a malas prácticas en la realización. Estos accidentes pueden generar vertidos de sustancias peligrosas que pueden alcanzar las arquetas de drenaje o zonas de la instalación vulnerables a la contaminación.

**Medidas de minimización:** Es conveniente que la carga de los sistemas, reactores y tanques se haga con tuberías, mecanismos de elevación mecánica o sistemas de dosificación automática.

2. Liberación de partículas en suspensión y gases tóxicos, por fallo en los sistemas de retención de partículas y depuración de gases.

**Medidas de minimización:** Mantenimiento preventivo de los

sistemas de control de la contaminación, como los filtros de mangas o electrostáticos.

3. Vertidos, derrames, fugas o emisiones asociadas a rotura de los sistemas de proceso o a fallos de los sistemas de seguridad.

**Medidas de minimización:** Realizar revisiones periódicas y el mantenimiento recomendado para cada uno de los aparatos y sistemas.

4. Incendios o explosiones en la zona de proceso.

**Medidas de minimización:** Revisiones periódicas de las medidas de seguridad y garantizar la existencia de medios de extinción de incendios.

### b) Riesgos asociados al transporte dentro de la instalación:

1. Vertidos, derrames, fugas y emisiones asociados al transporte de materias primas y auxiliares. Consecuencia de accidentes, choques y vuelcos de los envases y recipientes, los vertidos generados pueden alcanzar arquetas de drenaje, afectar a zonas de suelo no pavimentadas, o a las aguas subterráneas y superficiales del entorno.

**Medidas de minimización:** Es conveniente maximizar las medidas de seguridad y evitar en lo posible el transporte manual.

### c) Riesgos asociados al almacenamiento de materias primas, productos y residuos peligrosos:

1. Fugas y vertidos asociados a depósitos o envases no estancos. Suele deberse a la degradación de los mismos o a cierres deficientes en el caso de los envases. Pueden alcanzar la red de drenaje, produciendo afecciones al suelo natural o a las aguas superficiales y subterráneas del entorno.

**Medidas de minimización:** Es necesario tomar una serie de medidas como: ubicar los envases y depósitos a una distancia suficiente unos de otros, de manera que se permita una rápida detección de posibles fugas; dotar a las zonas de almacenamiento de cubetos o sistemas de contención de derrames; situar los recipientes con sustancias incompatibles en áreas separadas, y con cubetos independientes, etc.

2. Generación de lixiviados y arrastre de contaminantes por la lluvia en almacenamientos sin cubierta o con deficiencias en la misma. Supone un riesgo elevado de contaminación del suelo de la zona y de la masa de agua cercanas.  
**Medidas de contaminación:** Es necesario dotar de cubierta los almacenamientos o repararlos, respectivamente.

3. Infiltración de contaminantes en el terreno, en almacenamientos no pavimentados o con el pavimento en mal estado.

**Medidas de minimización:** Todos los almacenamientos de una instalación deben estar correctamente pavimentados con material impermeabilizante, y se debe garantizar el estado de conservación del mismo.

4. Vertidos asociados a la ausencia de medidas de contención o a la insuficiencia o fallo de las mismas. Pueden generar vertidos de sustancias peligrosas que alcancen las arquetas de drenaje o zonas de la instalación vulnerables a la contaminación.  
**Medidas de minimización:** Es preciso dotar las zonas de almacenamiento de medidas de contención de la contaminación, dimensionadas de tal modo que sean suficientes para poder retener la totalidad de los posibles vertidos accidentales.

**d) Riesgos asociados a las instalaciones auxiliares:**

1. Riesgos asociados a calderas. Se trata de la posible emisión de partículas en suspensión y gases tóxicos por mala combustión, fallo de los equipos de depuración, o debido al mal funcionamiento de la caldera. Asimismo, es posible el vertido del agua de las purgas sin tratamiento previo.

**Medidas de minimización:** Las calderas deben pasar las revisiones periódicas de acuerdo con la normativa vigente (incluye medidas de las emisiones a la atmósfera y libro de registro). Las purgas deben ser tratadas antes de su vertido.

2. Riesgos asociados a transformadores y subestaciones que contienen PCB. Son consecuencia del vertido del aceite que

contienen, por ausencia o fallo de los sistemas de contención, por malas prácticas o incendio de los mismos.

**Medidas de minimización:** Los transformadores deben ubicarse independientes del resto de la instalación, con un sistema de contención de derrames y con medios de extinción de incendios.

3. Riesgos asociados a talleres internos de mantenimiento de maquinaria y vehículos. Los riesgos asociados son el vertido de residuos, por ausencia o fallo de los medios de contención de la contaminación; y el riesgo de incendio y explosión por fuga de los gases inflamables empleados.

**Medidas de minimización:** Los envases de residuos y de aceites deben contar, al menos, con un sistema de contención, como arquetas estancas o un separador de grasas. Además, debe estar disponible algún tipo de absorbente para recoger pequeños vertidos. Las botellas de gases inflamables y combustibles deben almacenarse en zonas separadas y protegidas de posibles golpes. Asimismo, el taller debe contar con los medios de extinción apropiados.

4. Riesgos asociados a los sistemas de depuración de aguas residuales. El principal riesgo es el vertido del contenido de alguno de estos tanques, por fallo del equipo, sobrellenado o fallo humano; y la infiltración de sustancias contaminantes.

**Medidas de minimización:** Los sistemas de depuración deben ubicarse sobre suelo pavimentado, en una zona cubierta, y con acceso restringido. Asimismo, deben contar con un sistema de contención de posibles vertidos, que los recircule de nuevo al tanque de tratamiento y que sea capaz de contener la totalidad del vertido en el peor de los casos. Si el sistema de depuración es subterráneo, éste debe contar con un sistema de detección de fugas y se deben realizar inspecciones periódicas de los tanques y las tuberías, para comprobar su estanqueidad. Se deben controlar periódicamente los parámetros de vertido, comprobando que se encuentran dentro de los límites legales.

5. Riesgos asociados a balsas de productos residuales. Los

principales riesgos son: infiltración en el terreno de las aguas residuales, por defectos en la impermeabilización o fisuras; vertidos al suelo y a cauces próximos, por desbordamiento de la balsa o por derrumbamiento de los diques de contención.

**Medidas de minimización:** Las balsas deben estar adecuadamente impermeabilizadas, y deben contar con algún sistema de detección de fugas, así como con un sistema de medida de nivel.

**6. Riesgos asociados a laboratorios.** Se trata de vertidos de sustancias peligrosas a la red de saneamiento, por malas prácticas; vertidos en la zona de almacenamiento de sustancias químicas, por rotura de envases; incendio y explosión, por reacciones entre sustancias incompatibles.

**Medidas de minimización:** Los laboratorios deben agruparse según sus características químicas, evitando la mezcla de sustancias incompatibles, y nunca deben eliminarse a través de la red de saneamiento. El almacenamiento de sustancias químicas debe cumplir la normativa vigente y contar con un sistema de contención de posibles vertidos, así como con materiales absorbentes apropiados. Si es viable técnica y económicamente, sería recomendable disponer de un sistema de contención de las aguas de extinción.

**7. Riesgos asociados a hornos y túneles de secado.** Se trata de la emisión de partículas en suspensión, gases tóxicos y de efecto invernadero, debido a fallo en los sistemas de depuración; incendios y explosiones por el fallo de equipos.

**Medidas de minimización:** Los hornos y túneles de secado deben contar con sistemas de retención de partículas y depuración de gases, que deben mantenerse en buen estado de funcionamiento, mediante un mantenimiento preventivo. Asimismo, los quemadores de estos equipos deben ser objeto de un plan de mantenimiento que evite fallos y garantice una buena combustión, limitando las emisiones indeseables. Se deben realizar las mediciones de emisiones a la atmósfera que correspondan según la normativa vigente, y mantener al día un libro de registro de las mismas. Estas instalaciones deben contar con sistemas de extinción apropiados.

**8. Riesgos asociados a cabinas de pintado.** Se trata de riesgos como: emisiones atmosféricas de compuestos orgánicos volátiles, por fallo de los sistemas de depuración de gases; vertido de aguas residuales y lodos con restos de pintura y disolvente, por malas prácticas o fallo de los sistemas de contención; incendio o explosión, por presencia de atmósfera explosiva.

**Medidas de minimización:** Las cabinas de pintura deben contar con sistemas de retención de partículas y depuración de gases, que deben mantenerse en buen estado de funcionamiento, mediante un mantenimiento preventivo. Asimismo, se deben realizar las mediciones de emisiones a la atmósfera que correspondan según la normativa vigente, y mantener al día un libro de registro de las mismas. Las aguas residuales deben tratarse previamente a su vertido y los residuos peligrosos (restos de pinturas y disolventes) deben ser entregados a gestor autorizado. Nunca deben eliminarse estas sustancias a través de la red de saneamiento o de pluviales. Estas instalaciones deben estar clasificadas como Atmósferas Explosivas (ATEX), y contar con sistemas de protección apropiados.

**9. Riesgos asociados al lavado de vehículos y maquinaria en la instalación.** El riesgo asociado es el vertido de las aguas de lavado sin tratamiento previo, por mala práctica o por fallo de los sistemas de contención o depuración.

**Medidas de minimización:** Las zonas de lavado deben estar pavimentadas y cubiertas, y deben contar con un sistema de retención y/o depuración de las aguas residuales generadas. Así mismo es recomendable comprobar periódicamente la estanqueidad de las arquetas de recogida de los efluentes residuales.

## → RIESGOS MEDIOAMBIENTALES EXTERNOS

### a) Riesgos asociados a **fenómenos naturales**:

Fenómenos naturales como inundaciones por fuertes lluvias o desbordamiento de un cauce, terremotos, tormentas eléctricas,

etc., son una fuente de riesgo para la instalación. En general, estos fenómenos naturales pueden ser causa de la liberación al medio de sustancias de carácter peligroso almacenadas en la instalación, así como de incendios que liberen contaminantes a la atmósfera. Por ello, las instalaciones ubicadas en zonas donde estos fenómenos son más frecuentes, tienen asociado un mayor riesgo ambiental.

**Medidas de minimización:** Las instalaciones deben contar con un Plan de Emergencia que contemple los protocolos de actuación en el caso de producirse este tipo de situaciones.

**b) Riesgos asociados a las actividades desarrolladas en las instalaciones vecinas:**

**Medidas de minimización:** Ante un vertido o fuga accidental en una industria vecina, la instalación debe contar con un Plan de Emergencia que contemple estas situaciones provocadas por agentes externos a la propia instalación.

#### 4.4 Cómo actuar para llevar a cabo una adecuada prevención ante el riesgo ecotóxico

Una vez que conozcamos cuáles son las herramientas para ejercer la acción sindical, cómo es el proceso de evaluación de los riesgos medioambientales y cuáles son algunos de los riesgos más significativos, parece necesario realizar una reflexión para darse cuenta que la intervención supone un gran esfuerzo y dedicación, más si cabe teniendo en cuenta las dificultades que se pueden presentar. Por ello, a continuación se presenta un resumen de los pasos previos para llevar a cabo una adecuada prevención ante el riesgo ecotóxico, y decidir la posibilidad de eliminar o sustituir las sustancias altamente preocupantes que se utilicen en el centro de trabajo, unas reglas sencillas con las que elaborar una ficha informativa que puede ser muy útil:

- 1. Preguntar a la empresa y los compañeros qué productos tienen mayor consumo.**
  - Conocer aquellas sustancias o preparados de mayor uso.
  - Conocer número de personas expuestas.
- 2. Preguntar a los compañeros qué productos consideran más peligrosos.**
  - Conocer qué sustancias o preparados provocan mayores molestias de salud y mayores dificultades en su uso.
  - Conocer número de personas expuestas a cada producto usado.
- 3. Consultar las etiquetas y fichas de seguridad.**
  - Conocer información técnica sobre las sustancias y productos usados en la empresa.
  - Conocer el nivel de información mínimo disponible.
- 4. Observar con qué sustancias deberían tomarse mayores medidas de seguridad.**
  - Conocer niveles de peligrosidad reconocidos.
  - Conocer nivel de información disponible.
- 5. Consultar en la etiqueta o con los técnicos de la empresa qué sustancias o preparados son más estables químicamente** (las sustancias más persistentes en el medio

suelen ser las más estables químicamente).

→ Conocer posible persistencia en el medio.

#### 6. Consultar al sindicato.

→ Contratar y ampliar la información recogida.

#### 7. Consultar a la Administración.

→ Conocer situación ambiental de la empresa.

→ Conocer niveles de contaminación de nuestro entorno.

#### 8. ¿Qué dice la ley?

Además de la legislación ya comentada en apartados anteriores, específicamente podemos utilizar:

→ Respecto de las posibilidades de recabar información de la Administración, tanto medioambiental como de las obligaciones ambientales de nuestra empresa, la base será la **Ley 27/2006**, que regula los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente

→ Otro instrumento normativo por su mandamiento de afrontar de forma integrada todos los procesos de emisión y vertido, como muy especialmente por la exigencia que impone de mejorar los procesos tecnológicos de las empresas, es la **Ley 16/2002** de prevención y control integrados de la contaminación (PCIC), incorporada en Castilla y León a través de la **Ley 11/2003** de Prevención Ambiental.

→ Por otro lado, la mayor parte de las sustancias de uso más comunes en muchas actividades también se encuentran reguladas por sus efectos ambientales (plomo, mercurio, disolventes orgánicos, plaguicidas, cadmio, partículas...). En este sentido, por su especial significado y utilidad para nuestra intervención, deberemos considerar las siguientes normas:

• Directivas Seveso I, Seveso II y Seveso III, incorporadas en España a través del **R. D. 1254/1999** por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas y sus posteriores modificaciones (R. D. 119/2005 y el R. D. 948/2005).

• **R. D. 117/2003** sobre limitación de emisiones de compuestos

orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades, y **R. D. 227/2006** por el que se complementa el régimen jurídico sobre la limitación de las emisiones de COV en determinadas pinturas y barnices y en los productos de renovación del acabado de vehículos.

• **R. D. 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.

• **R. D. 812/2007** sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos.

• **R. D. 1073/2002** sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono.

## 4.5 La sustitución es la solución. Tendiendo hacia la Producción Más Limpia.

Una vez se ha actuado ante el riesgo ecotóxico, debemos conocer con certeza si en nuestro centro de trabajo se utilizan sustancias peligrosas sin necesidad, e incluso podemos conocer el por qué de su presencia incluso existiendo alternativas más seguras (por ausencia de incentivos legislativos o económicos).

El paso fundamental hacia un sistema seguro de sustancias químicas, uno cuyo verdadero objetivo sea la protección del medio ambiente y la salud humana, es otorgar el papel principal al **principio de sustitución**, que puede definirse como la sustitución de cualquier sustancia preocupante que precisa de una autorización por otra menos peligrosa, en caso de que tal alternativa esté disponible. Una sustancia menos peligrosa es aquella que no requiere autorización.

La decisión de otorgar o denegar la autorización a una sustancia preocupante<sup>55</sup> debería basarse principalmente, por tanto, en la disponibilidad de una alternativa. El hecho de que haya una alternativa adecuada y económicamente factible disponible debería ser en sí mismo razón suficiente para denegar una autorización.

Si no existe actualmente ninguna alternativa, se puede aplicar un límite temporal a todas las autorizaciones otorgadas para estimular la innovación que identifique o desarrolle dicha alternativa.

La sustitución de una sustancia por otra se realiza en tres fases:

1. **Identificación de las alternativas:** Se trata de encontrar todas las opciones disponibles. Busca métodos de procesamiento alternativos (para eliminar la necesidad de utilizar una sustancia) y sustancias potenciales de sustitución (si la

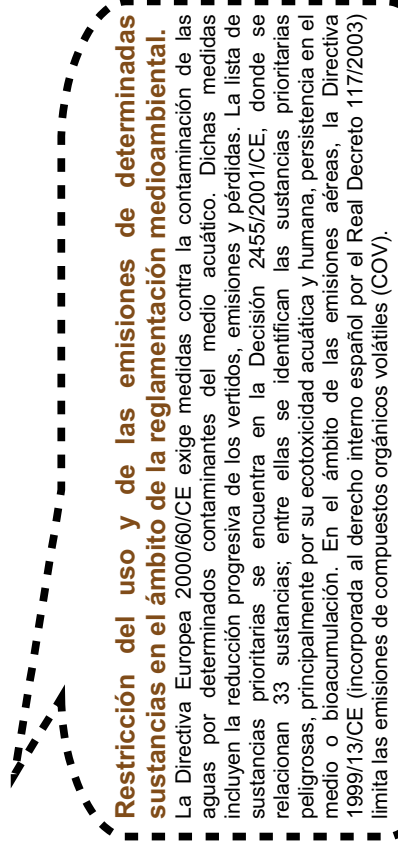
55) La legislación no establece claramente un orden que indique qué sustancias son prioritarias para su sustitución en el ámbito de la prevención de riesgos laborales. Desde el punto de vista técnico, y de acuerdo con sus efectos sobre la salud, si pueden destacarse unos grupos de sustancias químicas para las que se considera muy necesaria la búsqueda de alternativas que eviten su uso:

1. Cancerígenos, mutágenos y tóxicos para la reproducción.
2. Sensibilizantes.
3. Sustancias tóxicas y muy tóxicas (con inclusión de las neurotóxicas), persistentes y bioacumulativas en el medio ambiente y los seres vivos.
4. Alteradores endocrinos

eliminación no es posible).

2. **Comparación de las alternativas:** Realiza una evaluación de riesgos de cada una de las alternativas, incluyendo la sustancia o el proceso utilizado, y compara los resultados. Consulta la legislación sobre salud y seguridad en el trabajo, así como la legislación medioambiental y de seguridad de productos para asegurarte de que las opciones son legales y compatibles y determina los estándares mínimos que tendrá que cumplir.

3. **Toma de decisión:** Toma una decisión basándote en requisitos legislativos, posibilidades tecnológicas, posibles implicaciones para la calidad de los productos y los costes, incluyendo las inversiones y la formación necesarias para utilizar el nuevo producto.



## Ventajas del principio de sustitución

El principio de sustitución proporciona un estímulo y una dirección para la innovación. No es necesario que las autoridades públicas recomienden sustitutos especiales, basta con que definan los criterios que guíen la identificación y el desarrollo de alternativas. De esta forma, se deberían sustituir las sustancias calificadas por REACH como “extremadamente preocupantes” con otras que no lo son o con técnicas no químicas alternativas.

Con el principio de sustitución, no hará falta esperar a encontrar casos de cáncer, alteraciones de la reproducción o cualquier otro tipo de prueba de daños para prohibir una sustancia: Se reducirá o evitará de antemano el potencial de daño mediante el uso de sustitutos químicos con propiedades intrínsecas menos peligrosas. Este principio elimina la necesidad de las prolongadas evaluaciones de riesgos que han paralizado las normativas químicas hasta la fecha. Al analizar las sustancias químicas y sus posibles sustitutos sobre la base de sus peligros intrínsecos, la necesidad de las difíciles evaluaciones de riesgo se reduce en gran medida. Por ejemplo, los potenciales de persistencia y bioacumulación se pueden aplicar a todas las sustancias como indicadores de algunos de los aspectos clave de los peligros y la exposición.

Exigir la sustitución de sustancias extremadamente preocupantes por sustitutos más seguros en los casos en que sea posible tendría las siguientes ventajas:

- Proporcionaría un incentivo sistemático para la innovación y centraría la investigación y el desarrollo en sustancias intrínsecamente seguras.
- La sustitución sistemática de las sustancias más peligrosas acabaría con la confusión, la ineficacia y la injusticia de una autorregulación voluntaria.
- La sustitución sistemática de las sustancias extremadamente preocupantes crearía un mercado saludable para sustancias más seguras.
- La sustitución de sustancias peligrosas y el desarrollo de la Química Verde gozarían de un amplio apoyo. La industria química comenzaría a recobrar la actualmente baja confianza del público.
- Las sustancias persistentes y bioacumulables y los alteradores endocrinos se eliminarían de forma sistemática y serían sustituidas por alternativas más seguras. Los niveles medioambientales y las cargas en el cuerpo humano de estas sustancias empezaría a disminuir. A la larga, también se reducirían drásticamente los problemas recurrentes y los costes asociados con la presencia de sustancias peligrosas en

- alimentos, juguetes, leche materna, etc.

La sustitución de unas sustancias peligrosas por otras se reduciría en gran medida. La industria química y los consumidores intermedios sabrían con mayor certeza qué sustancias son aceptables y cuáles no. Se evitaría la pérdida de tiempo y dinero producida por el cambio de alternativas inaceptables.

## Qué dice la Ley

La sustitución de sustancias peligrosas es un objetivo prioritario en la gestión del riesgo químico. Este principio ha sido recogido en la normativa para proteger la salud de los trabajadores, de los consumidores y para proteger el medio ambiente, tal como se muestra a continuación:

- **Ley 31/1995**, de Prevención de Riesgos Laborales, en sus artículos 14.2. y 15.1. Además, en los artículos 25 y 26 establece medidas específicas para proteger la salud reproductiva y la maternidad, que pueden apoyar la intervención para la eliminación de muchas de las sustancias disolventes tóxicas.
- El **R. D. 374/2001**, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo, establece, en su art. 5.2., entre las obligaciones del empresario, eliminar o reducir al mínimo el riesgo que entrañe un agente químico peligroso, sustituyéndolo por otro o por un proceso químico que no sea peligroso o que lo sea en menor grado.
- El **R. D. 665/1997** y sus posteriores modificaciones, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, establece la obligación de sustituir las sustancias cancerígenas, mutágenas o tóxicas para la reproducción (CMR) de nivel 1 y 2, siempre que exista una alternativa viable técnicamente más segura, sin tener en cuenta el coste.
- El **R. D. 117/2003**, sobre limitación de emisiones de compuestos

orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades, establece la obligación de las empresas afectadas de sustituir las sustancias cancerígenas, mutagénicas o tóxicas para la reproducción. Afecta a un listado de 15 actividades, desarrolladas en un gran número de sectores e industrias, que son descritas en su anexo I. Las autoridades deben informar al público sobre las instalaciones, emisiones y controles objeto de este RD.

→ El **Reglamento REACH**, incorpora el principio de sustitución a través del procedimiento de autorización, de forma que para poder comercializar sus productos los fabricantes o importadores de sustancias disolventes muy preocupantes (CMR, DE, TPB, etc.) deberán demostrar que no existen alternativas en el mercado. Los fabricantes de productos que contengan sustancias disolventes peligrosas (ej. pinturas, adhesivos, cosméticos, etc.) deben notificar a la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos (ECHA) el uso de estas sustancias preocupantes en sus productos.

#### **Criterios sindicales en el proceso de selección de alternativas a sustancias muy preocupantes:**

- Las propuestas deben contar con el consenso de los trabajadores.
- Las propuestas deben seguir los principios jerárquicos de la prevención establecidos en la LPRL.
- Las propuestas deben suponer una mejora real de la salud de los trabajadores o, en su caso, del medio ambiente.
- Las propuestas no deben añadir nuevos problemas a las condiciones de trabajo.

## **La Producción Más Limpia (P+L), un enfoque dirigido a la reducción de ecotóxicos**

La Producción Más Limpia (P+L) se define como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia global y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente:

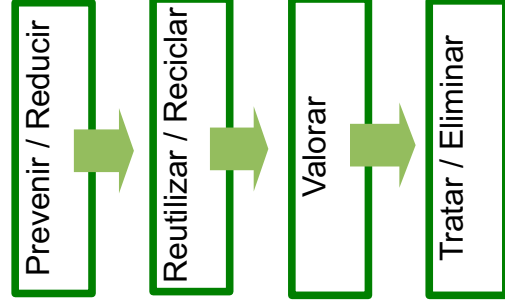
- Para los **procesos productivos**, la P+L resulta de la combinación de: Ahorro de materias primas y energía, sustitución de materiales peligrosos por otros que no lo sean o lo sean menos y reducción de la cantidad y peligrosidad de las emisiones, vertidos y residuos antes de que abandonen el proceso de producción.
- Para los **productos**, la P+L se centra en la reducción de los impactos medioambientales a lo largo de todo el ciclo de vida del producto, desde la extracción de materias primas hasta la eliminación final del producto, a través de un diseño adecuado.
- Para los **servicios**, la P+L conlleva la incorporación de los aspectos ambientales en el diseño y la prestación de los servicios.

El concepto de P+L fue creado por el PNUMA en 1989 ante la necesidad de diseñar un enfoque más general e integrado sobre los cambios en los procesos productivos que superara las restricciones de diversas técnicas denominadas “de final de tubo”, es decir, de tratamiento de emisiones y residuos al final del proceso productivo.

La P+L incluye la conservación de materias primas y energía, la eliminación de sustancias tóxicas y la reducción de la cantidad y capacidad de impacto de todas las emisiones y los residuos antes de que abandonen el proceso productivo, en una filosofía que se ha dado en denominar “de la cuna a la tumba” por incorporar todo el ciclo de vida desde el origen del producto hasta su destino final. Nos encontramos ante una política de mejora continua.

De acuerdo con el punto de vista de la Producción Más Limpia, cuando una empresa enfoca la gestión ambiental tiene que tener en

cuenta la siguiente jerarquía de prioridades:



Esta jerarquía de prioridades es la misma que se aplica en la prevención y control integrados de la contaminación desarrollada por la Ley 16/2002 de prevención y control integrados de la contaminación (Ley PCIC) a través de la introducción de Mejores Técnicas Disponibles (MTD), Mejores Prácticas Ambientales (MPA) y Tecnología Más Limpia (T+L). También en el marco de la implementación del Convenio de Estocolmo, se han desarrollado las **directrices sobre MTD y MPA**, para las fuentes contaminantes afectadas.

Para aplicar MTD, MPA y T+L, en una empresa, son necesarios los siguientes pasos:

1. Determinación de los aspectos ambientales clave de la empresa.
2. Definición de los objetivos específicos de la empresa.
3. Identificación de las alternativas para afrontar los aspectos ambientales clave con éxito.
4. Evaluación de las alternativas identificadas.
5. Selección de MTD, MPA y T+L para una empresa concreta.

6. Aplicación de MTD, MPA y T+L.
7. Seguimiento y mejora continua.

Los **Documentos de Referencia de las Mejores Técnicas Disponibles** (Best Available Techniques Reference Documents, BREF) asociados a la Ley PCIC integrados de la contaminación, son<sup>56</sup>:

- BREF Cloro-sosa
- BREF Curtidos
- BREF Emisiones en Almacенamientos
- BREF Granjas (versión en castellano)
- BREF Industria Alimentaria
- BREF Metalurgia Férrica (versión en castellano)
- BREF Metalurgia no Férrica I (versión en castellano)
- BREF Metalurgia no Férrica II (versión en castellano)
- BREF Monitorización de Emisiones (versión en castellano)
- BREF Pasta y Papel (versión en castellano)
- BREF Química Orgánica GVP
- BREF Química Orgánica Fina
- BREF Vidrio (versión en castellano)
- BREF Cerámica
- BREF Ind. Quím. Inorgánica GVP (Sólidos y otros)
- BREF Mataderos
- BREF Eficiencia energética
- BREF Refrigeración y Vacío
- BREF Residuos de Minería
- BREF Siderurgia
- BREF Especialidades Químicas Inorgánicas
- BREF IPPC. Efectos econ. y cruzados (Ver. castell., NIPO: 770-09-247-9)
- BREF Cemento y Cal
- BREF Tratamiento de Residuos (versión en castellano)
- BREF Tratamiento de superficies con disolventes orgánicos (castellano)
- BREF Grandes Instalaciones de Combustión (borrador en castellano)
- BREF Emisiones en Almacенamientos (borrador en castellano)
- BREF Incineración de Residuos (borrador en castellano)
- BREF Forja y fundición (Ver. castellano NIPO: 770-09-358-4)
- BREF Ind. Quím. Inorg. GVP (Amon, ác, abonos)(cast. NIPO 770-09-314-5)
- BREF Fabricación de Polímeros (Ver. castellano NIPO: 770-09-359-X)
- BREF Aguas y Gases residuales Ind. Química (cast. NIPO 770-10-185-7)

Además, el Ministerio de Medio Ambiente ha elaborado unos

56) Para ampliar la información sobre los BREF, se recomienda acudir a la siguiente dirección: [www.prr-es.es](http://www.prr-es.es)

**Manuales de Buenas Prácticas Ambientales** para las diferentes Familias Profesionales en que se organiza la Formación Ocupacional, que pueden ser de gran utilidad:

- Administración y Oficinas, Comercio, Docencia e Investigación, Seguros y Finanzas
- Agraria
- Explotación agrícola
- Industrias alimentarias
- Artesanía
- Automoción
- Albañilería
- Corcho
- Cuidados Auxiliares
- Edificación y obras públicas
- Producción, transformación y distribución de Energía y Agua
- Fabricación de Equipos Electromecánicos
- Ganadería
- Industria Pesada y Construcciones Metálicas
- Industrias Gráficas
- Industrias Químicas
- Industria de la Madera y el Corcho
- Información y Manifestaciones Artísticas
- Mantenimiento y Reparación
- Industrias Manufactureras Diversas
- Minería y Primeras Transformaciones
- Montajes e Instalaciones
- Pesca y Acuicultura
- Sanidad
- Restauración
- Servicio a las Empresas
- Servicios a la Comunidad y Personales
- Industrias Textiles
- Transporte y Comunicaciones
- Turismo y Hostelería

Antes de escoger las técnicas, prácticas y tecnologías que constituirán las MTD, MPA y T+L para la empresa en cuestión, es necesario enlazar con un procedimiento de evaluación ambiental, para intentar evitar que la alternativa escogida sea una mera transferencia de contaminación desde un medio a otro, lo cual se intenta evitar de forma específica con la prevención integrada de la contaminación y el principio de control.

La evaluación ambiental de cada alternativa debería aportar información a la empresa sobre los cambios positivos y negativos que puede haber respecto a la situación inicial (reducción de la generación de residuos, minimización del consumo de agua, etc.).

Una vez seleccionadas las MTD, MPA y T+L, la empresa tendrá que estudiar distintos factores que podrían contribuir a su buena implantación. Entre otros, la empresa tendrá que asignar responsabilidades, formar al personal, diseñar una estrategia de comunicación de acciones (tanto para la comunicación interna como externa), planificar una redistribución del espacio, gestionar correctamente la documentación elaborada y realizar pruebas y tests si es necesario.

A partir de aquí, la empresa tendrá preparada la base para asegurar una buena implantación de las MTD, MPA y T+L. Ya habrá designado los empleados encargados de los procesos de implantación y sus responsabilidades, realizado la formación del personal, diseñado una estrategia de comunicación y un protocolo de documentación a utilizar, estudiado una redistribución de espacios y realizado eventuales pruebas o test.



**Implantación de las MTD, MPA y T+L.** En esta fase es decisiva la participación de los representantes de los trabajadores, pues los cambios que se produzcan afectan directamente a los trabajadores (redistribución de espacios, responsabilidades, formación, información, comunicación). Por tanto, los delegados responsables deberán participar en todas las fases, estar informados y si es necesario solicitar ayuda a la Federación o al Área de Medio Ambiente del sindicato, con el fin de conocer todos los aspectos ligados a las nuevas MTD, MPA y T+L que se van a implantar.

El último paso en la aplicación de las MTD, MPA y T+L – seguimiento y mejora continua– supone, en primer lugar, un seguimiento periódico de las mismas, con el fin de verificar el grado de cumplimiento de los resultados esperados o para redefinirlas en caso de fracaso.

En segundo lugar, la implantación del enfoque de Producción

Más Limpia asociado a una política de mejora continua requiere, finalmente, de un control periódico de las operaciones de las MTD, MPA y T+L, lo que permitirá verificar el grado de cumplimiento de los resultados, información que se comunicará a todos los trabajadores de la empresa, de forma que si son positivos se reconozca el trabajo realizado por parte de todos y si son negativos se puedan reorientar las tareas de cada uno asociadas a las MTD, MPA y T+L.



**Ecoefectividad.** Aunque el PNUMA ha adoptado la P+L y la ecoeficiencia como estrategias a promover, en realidad se basan en conceptos lineales, incrementales y asistémicos, enfocados a la mejora de la gestión ambiental de cada empresa individual. Este enfoque se sostiene en la dinámica "de la cuna a la tumba", donde no se cierra el actual flujo de materiales, es decir, que sólo trata de minimizar el volumen, la velocidad y la ecotoxicidad de los materiales que fluyen por el sistema.

Aparece entonces el concepto de **ecoefectividad**, desarrollado por M. Braungart y McDonough, de carácter sistémico, cuyo objetivo es minimizar los procesos "de la cuna a la tumba" y generar metabolismos cíclicos de "la cuna a la cuna" que permitan que los materiales mantengan su estatus como recursos en cualquier parte del proceso, es decir, busca el cierre de los flujos de materiales eliminando el concepto de residuo mediante la actuación cooperativa de las empresas. Pero hasta llegar aquí quedaba todavía un largo camino por recorrer...

**Fotografía:** Francisco Javier Rodríguez Conde. Archivo de UGT Castilla y León.

**Acción ecotóxica múltiple.** Efecto de la exposición al conjunto de sustancias ecotóxicas en el ecosistema, incluidos los seres humanos.

**Carcinógenos.** Aquellas sustancias y preparados que, a consecuencia de una exposición inhalatoria (respiración), oral (ingestión), o cutánea (piel), pueden producir cáncer o aumentar su frecuencia. Todos los tipos de cáncer están relacionados con factores ambientales que pueden estar asociados con el estilo de vida, la exposición industrial y ocupacional. El DDT, el benceno y el asbesto son algunos ejemplos de carcinógenos.

**Ecotoxicología.** Parte de la toxicología, definida por Truhaut en 1969, como "la rama de la toxicología relacionada con el estudio de los efectos tóxicos, causados por contaminantes naturales y sintéticos al ecosistema, a los animales (incluidos humanos), vegetales y microbios, en un contexto integral".

**Mejores técnicas disponibles (MTD):** La fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir, en principio, la base de los VLE destinados a evitar o, cuando ello no sea posible, reducir en general las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente y de la salud de las personas. La información sobre las MTD se puede encontrar en las Guías Tecnológicas de Mejores Técnicas Disponibles en España, documentos elaborados desde el Ministerio de Medio Ambiente, siguiendo las pautas de los BREF.

**Mutágenos.** Aquellas sustancias y preparados que, a consecuencia de una exposición inhalatoria (respiración), oral (ingestión), o cutánea (piel), pueden producir o aumentar las posibilidades de producir alteraciones en el material genético de las células.

**Neurotóxicos.** Aquellas sustancias y preparados capaces de provocar efectos adversos en el sistema nervioso central, el sistema nervioso periférico y los órganos de los sentidos. Entre estos efectos se encuentran narcosis, náuseas, mareos, vértigos, irritabilidad, euforia, descoordinación de movimientos, alteraciones de la memoria y del comportamiento y alteraciones de los nervios periféricos. La exposición a algunos neurotóxicos se ha relacionado también con enfermedades neurodegenerativas, como la enfermedad de Alzheimer.

**Principio de "el que contamina paga":** Cada persona es responsable de las consecuencias negativas de sus acciones sobre el bien común y de prevenir que éstas no ocurran. En el ámbito del medio ambiente, este enunciado se aplica a los daños medioambientales y a las amenazas inminentes de tales daños cuando se producen por causa de actividades profesionales. El que contamina es responsable de la contaminación que generó y de los impactos que ésta conlleva. Por lo cual, debe asumir los costos de la caracterización y de la remediación del ecosistema afectado, y no puede transferir esta responsabilidad a otros miembros de la sociedad o a generaciones futuras.

**Principio de precaución:** Puede invocarse cuando es urgente intervenir ante un posible peligro para la salud humana, animal o vegetal, o cuando éste se requiere para proteger el medio ambiente en caso de que los datos científicos no permitan una determinación completa del riesgo. Este principio no puede utilizarse como pretexto para adoptar medidas proteccionistas, sino que se aplica sobre todo en los casos de peligro para la salud pública. Gracias a él es posible, por ejemplo, impedir la distribución de productos que puedan entrañar un peligro para la salud o incluso proceder a su retirada del mercado.

**Teratógenos.** Aquellas sustancias y preparados que a consecuencia de una exposición inhalatoria (respiración), oral (ingestión), o cutánea (piel) pueden producir o aumentar las posibilidades de producir alteraciones en el feto. Un ejemplo de teratógenos como es el plomo, puede impedir el crecimiento del sistema nervioso central y causar discapacidades permanentes en el aprendizaje, si los niños lo consumen o inhalan.

**Valores límite de emisión (VLE):** Al autorizar una actividad afectada por la Ley PCIC, se le asignarán unos VLE. Estos valores se basarán en las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) para dicha actividad. Esta interrelación entre los límites de emisión y las MTD no significa que se imponga la obligación de emplear una técnica determinada, pero sí de alcanzar los niveles de emisión o estándares de calidad ambiental que ellas permitan. Establecer, como hace la Ley, que los valores límite de emisión serán definidos sobre la base de las MTD implica que estos valores serán variables en el tiempo, reduciéndose a medida que mejoren las técnicas. Además de las MTD para fijar los VLE se considerarán otros factores como: • Las características técnicas de la instalación. • La localización geográfica. • Las condiciones locales del medio ambiente.

## Bibliografía básica

- ➔ Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. Gobierno EE. UU. ToxFAQs.
- ➔ Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Gestión de riesgos químicos.
- ➔ BERMEJO, R. La gran transición hacia la sostenibilidad. Principios y estrategias de economía sostenible. Ediciones Catarata. 2005.
- ➔ Consumiendo química -Europa- Las sustancias peligrosas en el polvo doméstico, como indicador de exposición química en el hogar. Greenpeace. 2003.
- ➔ Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP). Centro Nacional de Referencia sobre contaminantes tóxicos persistentes. Si quieres profundizar más.
- ➔ Contaminantes Orgánicos Persistentes en los Humanos: Resumen de los datos existentes a nivel global sobre los 12 Contaminantes Orgánicos Persistentes y otros Organoclorados en Tejido Humano. Greenpeace Argentina.
- ➔ El riesgo ambiental. Guía de gerencia de riesgos ambientales. COEPA. 2007.
- ➔ Estudio sobre la situación de la gestión del riesgo de las sustancias químicas por parte de las Administraciones Públicas en España. ISTAS. 2009.
- ➔ FERNÁNDEZ, A., YARTO, M. y CASTRO, J. Las sustancias tóxicas persistentes. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Instituto Nacional de Ecología. México. 2004.
- ➔ Fichas informativas de los compuestos analizados: Alquifenoles y sus derivados, pirretardantes bromados, compuestos organoestánicos. La casa intoxicada. Greenpeace. Campaña de tóxicos. 2003.
- ➔ GADEA, R. Y ROMANO D. La gestión del riesgo químico en las empresas bajo REACH. Intervención sindical. ISTAS. 2009.
- ➔ Gestión de los productos químicos para un desarrollo sostenible. PNUD/FMAM. 2006.
- ➔ Gestión Racional y Sostenible de Sustancias Químicas. Un Manual para los Trabajadores/as y los Sindicatos. PNUMA/Sustainlabour. 2008.
- ➔ Guía de producción + limpia para trabajadores. Observatorio de Medio

- ➔ Ambiente de Aragón. 2010.
- ➔ Guía disruptores endocrinos en la Industria del Textil – Confección. Fundación para la prevención de riesgos laborales. 2007.
- ➔ Identificación de productos ecotóxicos en la empresa. Revista Daphnia. Boletín informativo sobre la prevención de la contaminación y la producción limpia. N° 29. Diciembre 1999.
- ➔ Informe contaminación en España. Campaña de contaminación. Greenpeace.
- ➔ Manual de gerencia de riesgos medioambientales para la industria de la región de Murcia. CROEM (Confederación Regional de Organizaciones Empresariales de Murcia). 2008.
- ➔ MORALES, C. M. Apuntes de reflexión e intervención sindical ante la crisis socio-ecológica. Secretaría de Salud Laboral y Medio Ambiente de UGT Castilla y León. 2009.
- ➔ Nuevo Reglamento sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. ISTAS. 2009.
- ➔ ORTIZ, I. et al. Técnicas de recuperación de suelos contaminados. Informe de vigilancia tecnológica en tecnologías medioambientales y energía. CITME-CEIM-Universidad de Alcalá-Comunidad de Madrid. 2007.
- ➔ Portal de información del REACH-CLP.
- ➔ REPETTO, M. Toxicología avanzada. Ediciones Diaz de Santos. 1995.
- ➔ REPETTO M. y Repetto, G. Toxicología fundamental. Ediciones Diaz de Santos, 2009.
- ➔ Sustancias químicas. Tox Town. National Library of Medicine. Instituto Nacional de Salud. Gobierno de EE. UU.
- ➔ Sustancias químicas más allá de su control. cómo asegurar una política europea sobre sustancias químicas que proteja la salud humana y el medio ambiente. Greenpeace. 2004.
- ➔ Una guía al SAICM para las ONG. Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional. IPEN. 2008.
- ➔ WEINBERG, J. Guía para las ONG sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes. IPEN. 2009.
- ➔ ZULUAGA, M. et al. Efecto genotóxico y mutagénico de contaminantes atmosféricos. Medicina UPB, Vol. 28, Núm. 1, enero-junio, 2009. Universidad Pontificia Bolivariana.