



**PROGRAMA  
DE NACIONES UNIDAS  
PARA EL MEDIO AMBIENTE**



**FMAM : Evaluación en base regional  
de sustancias tóxicas persistentes**

Documento de guía para el acopio, la reunión  
y la evaluación de datos sobre fuentes, concentraciones  
ambientales y efectos de sustancias tóxicas persistentes



**PNUMA Productos Químicos  
Septiembre del 2000**

**IOMC**

PROGRAMA INTERINSTITUCIONAL PARA EL MANEJO ADECUADO DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS

Acuerdo de cooperación entre PNUMA, OIT, FAO, OMS, ONUDI, UNITAR, Y OCDE



**PROGRAMA  
DE NACIONES UNIDAS  
PARA EL MEDIO AMBIENTE**



**FMAM : Evaluación en base regional  
de sustancias tóxicas persistentes**

**Documento de guía para el acopio, la reunión  
y la evaluación de datos sobre fuentes, concentraciones  
ambientales y efectos de sustancias tóxicas persistentes**

**PNUMA Productos Químicos  
Septiembre del 2000**

**AVIS  
O**

Esta publicación se ha producido en el marco del Programa Interinstitucional para el Manejo Adecuado de los Productos Químicos (IOMC). Se ha preparado dentro de la subvención facilitada por un Fondo Para el Desarrollo de Proyectos (PDF-B) otorgado por el Fondo Para el Medio Ambiente Mundial (FMAM).



**El Programa Interinstitucional Para el Manejo Adecuado de los Productos Químicos (IOMC)** fue establecido en 1995 por el PNUMA, OIT, FAO, OMS, ONUDI, y OCDE (organizaciones participantes), a raíz de la recomendaciones formuladas en 1992 por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo con miras a reforzar la cooperación y aumentar la coordinación en el campo de la seguridad química. En enero de 1998, UNITAR se unió oficialmente al IOMC como Organización participante. El objetivo del IOMC consiste en fomentar la coordinación de las políticas y actividades de las organizaciones participantes, conjuntamente o por separado, con miras a la buena gestión de las sustancias químicas en relación con la salud humana y el medio ambiente

*En cubierta: autoenvenenándose, India, fotografía por PNUMA/Zuben Mathews/TOPHAM*

El material que figura en la presente publicación se puede citar o reimprimir libremente, pero citando su origen y haciendo referencia al número de documento correspondiente. Deberá enviarse a Productos Químicos, PNUMA, una copia de la publicación que contenga la cita o reimpresión.

Disponible en:  
Productos Químicos, PNUMA  
11-13 chemin des Anémones  
CH-1219 Châtelaine (Ginebra), Suiza  
Tel.: +41 22 917 8170  
Fax: +41 22 797 3460  
E-Mail: [chemicals@unep.ch](mailto:chemicals@unep.ch)

# DOCUMENTO DE GUÍA PARA EL ACOPIO, LA REUNIÓN Y LA EVALUACIÓN DE DATOS SOBRE FUENTES, CONCENTRACIONES AMBIENTALES Y EFECTOS DE SUSTANCIAS TÓXICAS PERSISTENTES

CAPITULO	 <b>INDICE</b> 	PAGINA
1	Introducción	7
2	Resultados esperables y actividades de la evaluación en base regional de sustancias tóxicas persistentes	9
2.1	Objetivos del documento de guía	9
2.2	Contenido del documento de guía	10
3	Selección de sustancias tóxicas persistentes	11
3.1	Proceso propuesto para la selección final de sustancias en el ámbito regional	13
4	Generalidades sobre acopio y evaluación de datos	15
5	Acopio de datos	17
5.1	Información y datos relacionados con las fuentes	17
5.2	Concentraciones ambientales	28
5.3	Impactos ambientales	37
6	Evaluación de los datos	42
6.1	Información y datos en relación con la fuente	43
6.2	Concentraciones ambientales	48
6.3	Impactos ambientales	51
7	Anexo: Información específica de sustancia sobre determinadas STP	55
7.1	Los doce COP del PNUMA	55
7.2	Algunos otros ejemplos de STP	63
8	Publicaciones y fuentes de información	67

## **INDICE DE FIGURAS**

FIGURA		PAGINA
1	Flujograma general de fuentes y caminos de liberación de STP	18
2	Ejemplo de cuestionario normalizado: "Liberaciones a la atmósfera por incineración de desechos", tomado del instrumental de PNUMA para inventarios de dioxina, principal categoría de fuente	19

## INDICE DE CUADROS

CUADRO	PAGINA
1 COP actualmente negociados en escala mundial	11
2 Lista de la OSPAR de productos químicos de acción prioritaria	12
3 Información general que debe recogerse en todas las fuentes de datos sobre STP ensayadas	20
4 Información adicional sobre muestreo de aire/gases de escape para obtener información sobre fuentes de subproductos de STP a la atmósfera	21
5 Información adicional sobre muestreo de agua en cuanto a fuentes de STP al agua	22
6 Información adicional sobre muestreo de tierra correspondiente a fuentes de tierra hacia agua, aire y tierra	24
7 Información adicional sobre muestreo de desechos de fuentes de tierra al agua, aire y tierra	25
8 Información adicional sobre productos por relación a fuentes desde la tierra al agua, aire, tierra y desechos	27
9 Información general necesaria para todas las muestras ambientales	29
10 Información adicional sobre muestras de suelos	30
11 Información adicional sobre muestras de sedimento	31
12 Información adicional sobre muestras de aire	32
13 Información adicional de muestras de agua	32
14 Información adicional sobre vegetación	33
15 Información adicional sobre animales acuáticos	34
16 Información adicional sobre animales y aves terrestres	34
17 Información adicional sobre alimentos y piensos	36
18 Información adicional sobre muestras humanas	36
19 Información que debe acopiarse sobre efectos e impacto ambiental	37
20 Información que debe acopiarse sobre efectos locales	38
21 Información que debe reunirse sobre resultados de los ensayos	39
22 Información que debe reunirse sobre evaluaciones regionales	40
23 Información que debe reunirse sobre valores de guía regionales	41
24 Ejemplo de matriz de resultados para concentraciones de dioxinas y furanos en el suelo	49
25 Cuadro ejemplar de unidades elegidas EQT = equivalente de toxicidad, s.s. = sustancia seca	49
26 Unidades preferidas	51
27 Documentos EHC sobre los COP prioritarios	55
28 FET de la OMS para la evaluación del riesgo humano basada en las conclusiones de la reunión de Estocolmo, Suecia, 15-18 de junio de 1997	58

# 1. Introducción

Este documento ha sido preparado por Productos Químicos, PNUMA, como parte de la fase preparatoria del proyecto del Fondo para el Medio Mundial (FMAM) sobre Evaluación en Base Regional de Sustancias Tóxicas Persistentes (STP). Con él se trata de ayudar a los participantes en el proyecto del FMAM en el acopio de los datos, la compilación de una información resumida y la evaluación de datos de forma coherente y efectiva. Se distribuirá a los participantes en la red del proyecto acompañado de cuestionarios que sirvan de guía para el proceso de acopio y evaluación de datos. Esta guía será asimismo útil para el coordinador regional y el equipo regional en la preparación del borrador de Informe Regional.

El proyecto se propone estructurar una evaluación con base científica de la naturaleza y la escala de las amenazas que sobre el medio ambiente y sus recursos plantean las sustancias tóxicas persistentes, obteniéndose así una guía para la comunidad internacional que oriente sobre las prioridades de las futuras medidas de remedio y prevención. La evaluación permitirá identificar prioridades para la intervención y, mediante la aplicación de un análisis de causas básicas, tratará de identificar las medidas más indicadas para controlar, reducir o eliminar liberaciones de STP en los ámbitos nacional, regional o global.

Las actuales prioridades de acción dentro de cada región pueden no ser las mismas, reflejando las diferencias existentes entre las distintas regiones en cuanto a desarrollo económico, producción agrícola e industrial, o condiciones climáticas, geográficas, sociales y culturales. Por consiguiente, la evaluación se basa en un análisis de las condiciones de cada región utilizando la información disponible en diversas fuentes pero con arreglo a métodos y criterios comunes.

La evaluación se basará en el acopio y análisis de datos existentes, más que en la generación de nuevos datos analíticos o sobre efectos. Por consiguiente, para que pueda hacerse una evaluación rigurosa es fundamental que sean comparables los datos reunidos dentro de grandes y diversas regiones geográficas, así como entre unas regiones y otras. En casos especiales y cuando surja la necesidad, se podrán realizar proyecciones modelo que permitan rellenar lagunas de datos/información y predecir amenazas al medio ambiente.



## 2. Resultados esperables y actividades de la evaluación en base regional de sustancias tóxicas persistentes

El objetivo del proyecto consiste en realizar una evaluación global en base regional de STP contaminantes.

Las actividades propuestas están diseñadas con miras a obtener los siguientes resultados:

1. identificación de fuentes importantes de STP en el ámbito regional;
2. identificación de datos sobre concentraciones ambientales en la región;
3. evaluación del impacto de las STP sobre el medio ambiente y la salud humana en la región;
4. evaluación del transporte transfronterizo de STP dentro de la región, hacia la región y entre regiones;
5. identificación de prioridades regionales en los problemas ambientales relacionados con las STP;
6. evaluación de las causas primeras de los problemas relacionados con las STP y de la capacidad regional para hacer frente a esos problemas;
7. identificación de los problemas ambientales prioritarios en relación con las STP en el ámbito mundial.

Por el momento se ha previsto que la fase de evaluación regional tarde unos 12 meses en implementarse. Un coordinador regional dirigirá en cada región al equipo regional de cuatro o cinco miembros procedentes del gobierno, los medios universitarios e industriales, y las ONG relacionadas con el medio ambiente. En cada región un equipo regional asumirá la responsabilidad de completar la evaluación de sustancias tóxicas persistentes. Además, una nutrida red de personas procedentes de todos los sectores de la sociedad participarán aportando las informaciones que correspondan.

El proyecto se desarrollará a través de varias etapas bien definidas: acopio de datos; reunión y compilación de datos; evaluación de datos, incluida una evaluación de impactos sobre la salud y el medio ambiente; fijación de prioridades, incluida la identificación de carencias importantes de datos; producción de informes regionales y organización de las evaluaciones regionales e integración de las evaluaciones regionales en el nivel global, e identificación de prioridades globales. En el ámbito del país las personas y las instituciones se ocuparán sobre todo del acopio de datos. Normalmente, de las etapas posteriores se encargará el equipo regional. Si el componente de acopio y compilación de datos se realiza en la escala del país, se recomienda que todos los datos y la información de apoyo necesarios para la evaluación se pongan a disposición del equipo regional, al tiempo que se le facilita cualquier información que haya podido recogerse. La última etapa se realizará en escala global.

### 2.1 Objetivos del documento de guía

El objetivo de este documento consiste en dar orientaciones a los equipos regionales acerca de los procedimientos utilizables en el acopio, compilación y evaluación de los datos pertinentes, así como información sobre fuentes, concentraciones ambientales e impactos sobre la salud y el ambiente de las STP. Con estas orientaciones se trata de facilitar la preparación de los capítulos correspondientes de los informes regionales (véase el resumen del proyecto, anexo G).

El presente documento indica los procedimientos aplicables al acopio y evaluación de datos existentes, pero no se ocupa de cuestiones de gestión, organización o calendario del proyecto. Esa información se facilitará en un plan de trabajo independiente.

## 2.2 Contenido del documento de guía

Con las orientaciones que se dan en este documento se trata de contribuir a la armonización del acopio y evaluación de datos.

Se dan orientaciones en tres sectores principales:

1. información sobre fuentes
2. información sobre concentraciones ambientales
3. evaluación de impactos sobre la salud y el medio ambiente.

Con respecto a cada uno de los sectores se facilitan dos tipos de orientaciones:

1. orientaciones en cuanto al acopio de datos originales y de información sobre individuos e instituciones
2. orientaciones para la compilación y evaluación de los datos recogidos por los equipos regionales.

Con las detalladas orientaciones que se dan para el acopio de datos en el ámbito del país se trata de conseguir que la información que se reciba se preste a su comparación y evaluación en el nivel regional. Pero aunque este proyecto se centra sobre todo en datos existentes, si pudiera disponerse de una financiación externa que permitiese generar nuevos datos, éstos también podrían incluirse.

Se enviarán cuestionarios basados en el presente documento de guía a los participantes en la red regional, incluidos gobiernos, organismos e instituciones gubernamentales, institutos de investigación, investigadores, organizaciones no gubernamentales y medios industriales, grupos de interés público y universidades.

### 3. Selección de sustancias tóxicas persistentes

Con los talleres de expertos técnicos (WS1, WS2 y WS3) de la fase PDF-B, los expertos participantes establecieron la base para definir y delinear STP en el contexto del proyecto del FMAM. Se llegó a la conclusión de que no es posible dar una definición sencilla de sustancias tóxicas persistentes pero que esas sustancias comparten las siguientes características:

- son sustancias orgánicas (incluidas organometálicas)
- se degradan lentamente en el medio ambiente
- se acumulan en la biota y
- son tóxicas.

Además, los expertos consideraron que en ciertos casos sustancias con una persistencia inherente moderada se han ido liberando continuamente en grandes cantidades y en áreas considerables, por ejemplo en grandes extensiones internacionales de agua. Estas liberaciones pueden dar lugar a una exposición continua de organismos que sería semejante a la producida por una sustancia más persistente. Por consiguiente, estas sustancias también se tienen en cuenta en el proyecto. Los expertos no definieron los parámetros de las propiedades que se han citado ni dieron para esos parámetros unos valores limitantes para su entrada en el grupo. Hasta que tal cosa se haga, se parte del supuesto de que el grupo de STP incluye a las sustancias "que reúnan esas características". Entre los efectos tóxicos considerados para las STP, deben señalarse los trastornos endocrinos. Los 12 contaminantes orgánicos persistentes (COP) sujetos a la negociación intergubernamental en marcha convocada por el PNUMA para un tratado global, constituyen una subserie de las STP. Estas sustancias (que con frecuencia se han denominado "la docena sucia" véase el cuadro 1) se consideran en la actualidad que son los COP más inmediatamente peligrosos.

*Cuadro 1: COP actualmente negociados en escala mundial*

Plaguicidas	Sustancias químicas industriales	Subproductos no deseados
Aldrina Clordano DDT Dieldrina Endrina Heptacloro Hexaclorobenzeno Mirex Toxafeno	Hexaclorobenzeno Bifenilos policlorados	Dioxinas Furanos

Nota: el hexaclorobenzeno se utiliza como plaguicida y como sustancia química industrial. También puede aparecer espontáneamente como subproducto de ciertos procesos industriales

Estas sustancias son bastantes conocidas pues vienen estudiándose desde hace 30 a 40 años. Este conocimiento puede en cierta medida extrapolarse a otras STP similares, si bien ha de hacerse con cuidado. Todas las regiones deberán incluir a los 12 COP en su evaluación.

En distintos foros internacionales se han propuesto diversos esquemas para establecer un orden de prioridades de COP. Para el tratado global sobre COP, el Comité Intergubernamental de

Negociación (CIN) estableció un grupo de expertos para la elaboración de criterios (GEC). Este grupo propuso determinados criterios aplicables a la identificación de nuevos COP para la acción internacional, incluyendo la persistencia (expresada como media vida en diferentes medios), la bioacumulación, pruebas de su transporte a largas distancia y la toxicidad. Los criterios propuestos por el GEC se destinan a la identificación de sustancias para una acción global inmediata. Toda sustancia identificada en una región que satisfaga esos criterios, deberá quedar incluida en la evaluación regional. Pero es importante advertir que el presente proyecto se centra en las STP, que responden a un concepto más amplio que los COP. Este proyecto deberá asimismo centrarse en el nivel regional. Ello significa que en él se podrá incluir un grupo de sustancias más amplio que el que constituyen los 12 COP. Una aplicación indiscriminada de los criterios del GEC podría además limitar innecesariamente la selección de sustancias de interés en una determinada región.

Además están en marcha otras iniciativas internacionales para identificar contaminantes persistentes prioritarios. A continuación se señalan algunas de las principales actividades que pueden dar algunas orientaciones acerca de la conveniencia de incluir en la evaluación otras STP adicionales. Debe asimismo advertirse que esas listas se han preparado en distintos contextos y los resultados pueden no ser aplicables a otras zonas o a todas las regiones del mundo.

Los COP del PNUMA comparten muchas propiedades con las sustancias incluidas en el protocolo de COP de la Convención de Ginebra Sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia (LRTAP) preparada bajo los auspicios de la Comisión Económica para Europa (CEPE) de las Naciones Unidas. De esta forma podría pensarse en una posible ampliación de la lista de sustancias que deban incluirse en este proyecto. Los epígrafes adicionales que figuran en la lista de la LRTAP son clordecone, hexabromobifenilo, hexaclorociclohexano e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP). No es seguro que el clordecone plantee un problema ambiental mundial y el hexabromobifenilo no se ha producido desde hace muchos años. Cada una de las regiones podría estudiar si esas sustancias podrían tener o no gran prioridad en su caso. El hexaclorociclohexano aún está en uso, sobre todo el isómero gamma (Lindane) y sí que podría ser candidato a su inclusión en las evaluaciones regionales, al igual que podría suceder con los HAP.

Otros grupos de sustancias que han suscitado importantes discusiones en las fases preparatorias de la lista de la CEPE de las Naciones Unidas son los éteres polibromados de bifenilos (PBDE) y las parafinas cloradas (PC). Estos dos grupos de sustancias reúnen la persistencia y la bioacumulación. Además se producen en grandes volúmenes y podría ser interesante su inclusión en las evaluaciones regionales. Entre los plaguicidas se ha propuesto el endosulfán y la atrazina.

La Convención Oslo - París (OSPAR) ha identificado una lista de STP de importancia prioritaria. Algunos de los epígrafes de esta lista son también COP del PNUMA, pero hay además otras sustancias que se reproducen en el cuadro 2.

*Cuadro 2 Lista de la OSPAR de productos químicos de acción prioritaria*  
([http://www.ospar.org/eng/html/sap/strategy\\_hazardous\\_substances.html](http://www.ospar.org/eng/html/sap/strategy_hazardous_substances.html))

Dibenzodioxinas policloradas (PCDD)	Compuestos orgánicos de estaño
Dibenzofuranos policlorados (PCDF)	Nonilfenol/etoxilatos (NP/NPE) y sustancias afines
Bifenilos policlorados (PCB)	Xileno de almizcle
Hidrocarburos poliaromáticos (HAP)	Retardantes de llama bromados
Pentaclorofenol (PCP)	
Parafinas cloradas de cadena corta (SCCP)	
Isómeros del hexaclorociclohexano (HCH)	Ciertos ftalatos – dibutilftalato y dietilftalato
Mercurio y compuestos orgánicos de mercurio	
Cadmio	
Plomo y compuestos orgánicos de plomo	

Además, OSPAR está preparando un procedimiento de clasificación de sustancias persistentes, bioacumulables y tóxicas en el medio ambiente marino. Se iniciaron los trabajos con un número muy elevado de sustancias ("el universo químico") y se clasificaron según datos medidos y previstos sobre persistencia, bioacumulación y toxicidad, con miras a identificar una lista de candidatas. A continuación, las sustancias candidatas se han clasificado según juicio de expertos obteniéndose una lista condensada de sustancias peligrosas. Es de esperar que los trabajos se habrán concluido al comienzo del verano del año 2000. El resultado puede ser útil para la selección de las sustancias químicas incluíbles en el presente proyecto.

Recientemente, la Unión Europea ha propuesto una Directiva Marco sobre el Agua. Para la preparación de esta Directiva se ha establecido un método objetivo de selección de parámetros químicos que describan la calidad del ambiente acuático (Fraunhofer-Institut, "Revised Proposal for a List of Priority Substances in the Context of the Water Framework Directive (COMMPS Procedure)", 1999). Debe advertirse que varias de estas sustancias no satisfacen los criterios de persistencia y bioacumulación, pero son asimismo compuestos que pertenecen al grupo de STP. Entre ellos hay HAP, pentaclofenol, cloroparafinas de cadena corta, bis (2-etilhexil) ftalato, octil-y nonilfenoles y éteres difenólicos bromados.

En el taller de expertos técnicos PDF-B sobre sustancias químicas industriales y subproductos se preparó un modelo para la selección precoz de STP que deberían incluirse (PNUMA, "Evaluación en base regional de sustancias tóxicas persistentes", IOMC 1999, pp. ■-■). Este modelo da gran prioridad a las sustancias químicas con enlace con el receptor aryl hidrocarburo (AhR), ya que deberán incluirse todas las sustancias con este tipo de enlaces. Las sustancias que no tienen enlaces con el AhR, que son lipofílicas ( $\log K_{ow} > 3$ ) y tienen un peso molecular de  $< 1000$  y son directamente bioactivas o producen metabolitos activos también serán incluidas en el modelo. Si no se dispone de información sobre los mecanismos químicos de acción o sus propiedades químicas, también deberán incluirse. La primera parte del plan es nueva e interesante, ya que introduce un efecto sobre la parte superior del plan de clasificación por prioridades. Por el momento no se conocen bien todas las consecuencias que puede tener el uso del modelo, pero sin duda va a incluir un gran grupo de sustancias, por ejemplo, varios HAP y cierto número de sustancias de origen natural. En una primera etapa el plan no incluye criterios de persistencia, que deberán agregarse para identificar las STP. El taller propuso además que entre las sustancias incluidas se haga una nueva clasificación de prioridades sobre la base de los efectos tóxicos en relación con los valores de orientación establecidos o las IDA. El ulterior desarrollo y aplicación del modelo exige recursos considerables que rebasan el ámbito de este proyecto.

La inclusión de sustancias organometálicas en el proyecto del FMAM se trató en uno de los talleres PDF-B del FMAM y se concederá la máxima prioridad al mercurio orgánico y a las sustancias de estaño (PNUMA, "Evaluación en base regional de sustancias tóxicas persistentes", IOMC 1999, pp. ■-■).

Como se ha dicho antes, durante la fase de PDF-B se llegó a la conclusión de que las sustancias menos persistentes pero con una elevada liberación continua que provoca una exposición continua en extensas regiones debería poder ser incluidas en el proyecto del FMAM. Ejemplos de esas sustancias químicas serían los ftalatos y los HAP.

### 3.1 Proceso propuesto para la selección final de sustancias en el ámbito regional

El uso que realmente se esté haciendo en una región de productos químicos persistentes, a parte de los mencionados, deberá contribuir asimismo a guiar la elección de sustancias que deban incluirse, en particular si se han detectado problemas asociados con ese uso. La elección de las sustancias que

deban investigarse puede, pues, ser en cierto modo distinta entre diferentes regiones, pero por lo menos deberá tener en común los 12 COP del PNUMA. Dadas las restricciones del proyecto en el tiempo y en sus recursos, cada región deberá centrarse en los productos químicos más importantes en el nivel regional. Para realizar una evaluación de calidad suficiente, las regiones deberán esforzarse al máximo por mantener en un nivel manejable el número de sustancias que hayan de evaluarse.

Es preciso que en cada región se alcance desde el primer momento un acuerdo sobre la lista total de sustancias que van a incluirse en la acción regional, pues todas las demás actividades al respecto dependerán de esa lista. Una de las primeras tareas del equipo regional será estudiar y alcanzar un acuerdo sobre los productos químicos que van a incluirse en la evaluación regional. Se propone que para ello se siga un proceso en dos fases, una primera fase preliminar en la que se acopien datos/informaciones sobre fuentes, niveles e impactos en la región. En una segunda fase se finalizará la lista de sustancias propuestas en consulta con el gerente del proyecto y en estrecha cooperación con los demás equipos regionales. El resultado de la discusión habrá de ser una lista regional de sustancias que se pondrá en conocimiento de todos los que participen en la red del proyecto.



## 4. Generalidades sobre acopio y evaluación de datos

Conviene que los datos que van a evaluarse en este proyecto sean acopiados por gran número de participantes de las más diversas procedencias. Para asegurar la coherencia y la compatibilidad de las evaluaciones hechas en distintas regiones es muy de recomendar que los datos originales se pongan en conocimiento del equipo regional, junto con los metadatos de apoyo necesarios para la correcta conversión de las unidades; la evaluación de la calidad de los datos; las conclusiones sobre si una determinada serie de datos debe incluirse o no, y la evaluación de los datos. Si los datos recogidos se alteran o convierten de cualquier manera antes de su presentación al equipo regional, será preciso dejar constancia de ello en la presentación. La garantía de la calidad de los datos deberá asimismo ser responsabilidad del equipo regional.

Las orientaciones sobre el procedimiento que se dan en este documento sólo se destinan a facilitar el cotejo de los datos de manera que puedan hacerse comparaciones razonables. El juicio en cuanto a una posible indicación de riesgo y al establecimiento de un orden de prioridades entre los resultados obtenidos en el nivel regional deberá ser elaborado en el curso del proyecto por los participantes en los equipos regionales y bajo la guía del coordinador regional.

Otro posible objetivo sería la utilización de los datos como aporte a modelos de destino regionales o globales. Es bastante difícil reunir información suficiente para los encargados de elaborar los modelos, pero una mayor aportación de éstos desde los primeros momentos puede facilitar la obtención de importantes metadatos.

En muchas regiones no será fácil disponer de todos los datos correspondientes a cada serie. Si se adoptan criterios rigurosos tratando de obtener series de datos completos detallados y de la máxima calidad, no van a obtenerse más que escasas series de datos satisfactorios o incluso ninguna. En realidad el proyecto se propone aprovechar grandes cantidades de datos imperfectos. El objetivo consistiría en aprovechar al máximo unas series de datos limitadas asegurando al mismo tiempo que se señalan las insuficiencias y que estas advertencias pasan a la fase de análisis del proyecto. Si no se concede la debida atención a las limitaciones que sufren las series de datos existe el peligro de que se llegue a suposiciones y se extraigan conclusiones que no cuentan con un apoyo objetivo.

La forma como se hagan las comparaciones y el uso que se dé a los datos sobre STP deberán ser flexibles. En esta fase cabe imaginar que para cada región se van a anticipar ciertas comparaciones y compilaciones básicas que den indicaciones generales sobre la presencia y los efectos de las STP en el medio ambiente.

Los datos acopiados y el proceso de evaluación que después se describe se basan en una lista de STP peligrosos regionalmente acordada y establecida en un momento anterior del proyecto por el equipo regional. Esta lista de sustancias químicas de interés se habrá de distribuir a todos los que participan en la red regional.

Es posible que después de evaluar otras informaciones se descubran nuevas necesidades, por ejemplo sobre fuentes o destino ambiental o impactos sobre el medio. Entre los más sencillos ejemplos puede figurar el acopio de una información ambiental vinculada a fuentes de STP identificadas, por ejemplo se puede encontrar una fábrica de pasta papelera que libere sus efluentes al agua, se pueden determinar datos ambientales en relación con el agua de que se trate y estos datos de pueden refinar gracias al conocimiento existente sobre las condiciones generales de transporte, por ejemplo si el agua fluye constantemente en una determinada dirección, los datos ambientales pueden facilitar información confirmatoria adicional en relación con la fuente.



## 5. Acopio de datos

En la presente sección se facilitan orientaciones destinadas a su uso en el ámbito nacional en el proceso de identificación e interrogación de los datos originales del país que facilitan información acerca de:

- fuentes de STP
- concentraciones ambientales de STP
- impactos ambientales y humanos de las STP.

Es lo más probable que la base de datos que sirva para satisfacer los objetivos del proyecto del FMAM sea incompleta y su cobertura irregular. Con el presente documento de guía se trata de ayudar a los países a que acopien el máximo de datos pertinentes de manera que la fase de evaluación se base en una información lo más amplia posible.

### 5.1 Información y datos relacionados con las fuentes

Los datos sobre fuentes de emisión de STP sólo se han recogido con respecto a un pequeñísimo número de grupos de STP y sólo en muy escasos países. Además, la mayor parte de la serie de datos sobre liberaciones de STP disponibles se refieren exclusivamente a los COP. En ningún caso la información sobre liberaciones de STP se ha recogido con intención de facilitar series de datos comparables. En cambio, se han estructurado estudios individuales con fines de investigación, vigilancia, actividades legislativas, investigaciones sobre sitios concretos o para determinar niveles básicos generales. Además, no existe ninguna forma de muestreo, técnica analítica o protocolos de información que hayan sido universalmente aceptados. Es posible que se hayan acopiado datos para organizaciones de investigación o mediante organizaciones gubernamentales, y algunos de ellos, aunque no todos, están o estarán disponibles mediante las publicaciones científicas internacionales, organismos gubernamentales y/o Productos Químicos, PNUMA.

#### Información general sobre liberaciones de STP que debe acopiarse

La obtención de datos relacionados con las fuentes se hace de conformidad con un proceso en varias fases. Es evidente que con respecto a la mayor parte de los lugares no se dispondrá de inventarios detallados y tampoco existirá la posibilidad de producirlos, pese a que es esencial que se reúna información básica relacionada con las fuentes y que se pueda utilizar para dar indicios sobre las principales liberaciones. Las primeras fases deberán desarrollarse en el ámbito del país con miras a obtener orientaciones para el acopio de información correspondiente a cada una de las sustancias químicas seleccionadas. A una primera maniobra de acopio de datos puede seguirle una evaluación más detallada que permita obtener datos que complementen series faltantes e incompletas.

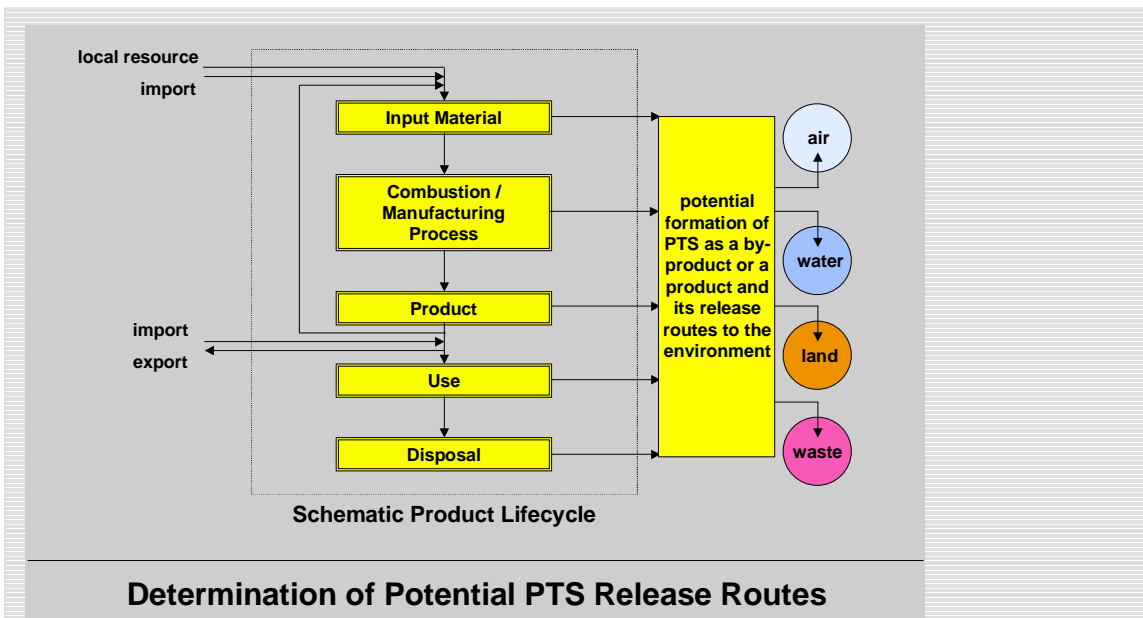
Para la fase de acopio de datos se ha de tener en cuenta que las STP preocupantes pertenecerán sobre todo a una de las tres clases siguientes:

- sustancias químicas fabricadas – plaguicidas
- sustancias químicas fabricadas – productos químicos industriales
- subproductos.

En ciertos casos una STP puede pertenecer a dos de esas categorías. En cuanto a las sustancias químicas industriales y los plaguicidas, las fuentes de liberaciones al medio ambiente se determinan en función de los tipos de uso que se haga del producto en cuestión. Esta información facilita una primera orientación al encargado de acopiar los datos para que centre sus esfuerzos en los puntos principales de liberación. La mencionada clasificación puede servir asimismo como recordatorio importante para que no se descuide la posibilidad de liberación de subproductos de sustancias químicas clasificadas como fundamentalmente industriales (por ejemplo, los PCB).

Pueden hallarse valiosas informaciones sobre fuentes de acuerdo con las tres mencionadas clasificaciones en los informes del Taller de la fase PDF-B del proyecto RBA del FMAM. El informe del grupo de trabajo 1 o del Taller 1 (sobre sustancias químicas fabricadas y subproductos) hace referencia detallada a las fuentes de algunas de esas sustancias hasta entonces identificadas. El informe del Taller 2 especifica los principales sectores de aplicación de plaguicidas y el Taller 3 da una lista de esos sectores con referencia a los compuestos organometálicos.

Pueden existir diversas fuentes de STP. En la figura 1 se muestra un flujograma de carácter general en el que pueden verse los caminos que pueden seguir las liberaciones.



*Traducción:*  
 recursos locales  
 importación  
 importación  
 exportación

*materiales aportados procesos  
 de combustión/fabricación  
 producto  
 uso  
 evacuación*

*posible formación de  
 STP como subproducto  
 o como producto y sus  
 vías de liberación al  
 ambiente*

*atmósfera  
 agua  
 suelo  
 desechos*

Figura 1: Flujograma general de fuentes y caminos de liberación de STP

Las liberaciones de STP pueden producirse hacia o desde 5 grandes compartimientos y/o medios ambientales, es decir aire, agua, tierra, desechos y productos. Esta sección describe toda la información que convendrá obtener para poder cuantificar las fuentes y establecer un inventario regional de emisiones de STP.

En la mayor parte de los casos para el acopio de datos no bastará con limitarse a consultar las publicaciones. La industria que, sabiéndolo o no, puede causar liberaciones de STP y ciertos usuarios posibles de productos que contengan STP deberán ser consultados pidiéndoles ayuda para reunir la mayor cantidad posible de datos útiles para preparar el inventario de STP. Además, si se quiere alcanzar la necesaria calidad de datos será preciso realizar esfuerzos adecuadamente coordinados para acopiar datos relativos a otras fuentes de STP no industriales, como incendios accidentales, acontecimientos particulares u otras liberaciones, así como datos sobre reservorios y reservas existentes que podrían en el futuro causar liberaciones de STP.

Para recuperar los necesarios datos de la industria, se ha aplicado con éxito el método de utilizar un cuestionario que se envía a usuarios y a otras posibles fuentes de información pertinentes. La figura 2 muestra un ejemplo de cuestionario referente a subproductos de fuentes de combustión liberados a la atmósfera y que se ha preparado a partir del Instrumental Normalizado del PNUMA para el inventario de dioxina. Este se puede utilizar como modelo para los cuestionarios referentes a subproductos preparados durante el proyecto del FMAM. Se prepararán cuestionarios similares para sustancias químicas industriales y plaguicidas. Se señala la conveniencia de preparar cuestionarios semejantes para cada una de las STP que se van a evaluar. A continuación, durante la fase de acopio de datos, se tratará de esas STP. Los cuestionarios sirven como guía para los encargados de la recogida de datos de manera que se asegure que se recoge toda la información importante sobre una determinada fuente de una STP particular y que se toman debidamente en consideración todas las cuestiones relativas a la garantía de la calidad de los datos. Los datos que no se hayan acopiado en condiciones apropiadas disminuirán automáticamente la calidad general de los datos y después influirán sobre el resultado del proyecto del FMAM.

<b>Cuestionario sobre fuentes de PCDD/PCDF</b>											
<b>Incineración de desechos</b>											
Situación	Número de hornos	OC	Cap. de unidad t/d o m3/h	de la operaci	Horas de n.p.a.	de Tipo de horno/h rs	Temperatu ra de hornos (°c)	Tipo de SCCA	Temperatu ra de entrada SCCA (°c)	Temperatu ra de salida de gases escape SSSCA (°c)	Tasa de salida de escape SSSCA (Nm3/h)
incineración de desechos municipales sólidos (IDMS)											
incineración de desechos peligrosos (IDP)											
incineración de lodos de alcantarilla											
agregado de peso (p.ej., del despedazador)											
incineración de desechos médicos/hospitalarios											
combustión de desechos de madera y biomasa											
incineración de desechos veterinarios, cadáveres de animales											
<b>abreviaturas:</b>											
tipo de horno		hor.				sistema de control de scca					

		contaminación atmosférica	
quema de masa/pantalla de agua (parrilla)	parr.	precipitado electrostático	pe
cama fluidificada	Cf	cámara ciclónica	cc
atizador	atiz.	filtro de saco	fs
horno rotatorio	hr	depurador húmedo	dh
otros (especifíquese)		depurador seco	ds
		inyección de cal	cal
<b>condiciones de funcionamiento</b>	cf	inyección de NaOH	NaOH
tipo de lote (p.ej., 100Kg por quema)	lote	carbón activo/inyección de coke/carbón coke	
discontinuo (p.ej., 8 horas al día)	dis.	filtro de lecho de carbón	filcarb
continuo (24 horas al día)	con.	convertidor catalítico/sistema dep	cat
		ventilador de corriente vent inducida o forzada	
sistema de recuperación de calor	src	nada	nada

### Ejemplo de cuestionario normalizado

**Figura 2:** *Ejemplo de cuestionario normalizado: "Liberaciones a la atmósfera por incineración de desechos", tomado del instrumental de PNUMA para inventarios de dioxina, principal categoría de fuente*

A efectos del presente trabajo, se trata de recoger la mayor cantidad posible de datos existentes importantes sobre liberaciones de STP, incluidas emisiones. Para facilitar algunas orientaciones sobre como acopiar los datos, habrá de considerarse que cada STP presenta necesidades específicas a este respecto. Además, las liberaciones a cada compartimiento ambiental tienen exigencias distintas, en particular en lo relativo a la recogida de metadatos de apoyo. Por consiguiente, la información mínima que se señala en el cuadro 2 deberá acopiarse independientemente del compartimiento o medio ambiental en el que o al que se libere la STP. En general, deberán recogerse datos tanto sobre fuentes anteriores como sobre las actuales.

**Cuadro 3:** *Información general que debe recogerse en todas las fuentes de datos sobre STP ensayadas*

Información	Importancia*	Observaciones
Tipo de proceso o de fuente	1	Se usa la clasificación estándar
Fuente / referencia	1	Para obtener la información que falta es importante poder conocer el informe original de los datos
Especies y/o grupos químicos exactos notificados y posibles simplificaciones utilizadas, si corresponde	1	Señálense simplificaciones o suposiciones sobre grupos químicos. Si se aplica algún plan TEF y si es así, identificar cuál y asegurar que se aplica el mismo plan a todos los resultados comparados
Unidades de tiempo utilizadas para informar sobre el volumen o las tasas de flujo de masa ( en general se incluye información detallada sobre horas de funcionamiento al año, condiciones de carga, promedio anual de peso de la carga	1	Por hora, por minuto, por segundo, etc.; todos los flujos de masa de emisión notificados se basarán en las mismas unidades de tiempo de manera que puedan hacerse comparaciones significativas. Para excluir la utilización de varios planes distintos de funcionamiento anual se recomienda convertir todas las unidades de tiempo en una unidad de funcionamiento, obteniéndose así una tasa de flujo de masa anual en g de STP/a

máxima, etc.)		
Límites de detección	2	¿Son elevados por comparación con los niveles medidos? La práctica correcta para la garantía de calidad fija un límite de detección inferior al 10% del valor medido
Informe sobre resultados inferiores al límite de detección	2	Si algunos resultados no alcanzan los límites de detección, cómo se han manejado (p.ej., incluidos con el valor del límite de detección, la mitad del límite de detección o cero)
Límites de concentración	2	Los valores más bajos y más elevados
Tendencia central (si corresponde)	3	Media, mediana, etc.
Periodo de muestreo	3	Fechas y duración de la campaña de muestreo
Objetivos del muestreo e información sobre el lugar	3	Pruebas de cumplimiento de reglamentos, características del sitio, datos generales de la evaluación, etc.

\* la clasificación de importancias en este cuadro y ulteriores es:

1 = la máxima importancia, 2 = información importante y 3 = información útil

### Información que debe recogerse con respecto a las liberaciones a la atmósfera

El aire ambiente puede constituir una fuente de STP a causa del transporte a largas distancias y ulterior precipitación de STP procedentes de otras regiones. Las regiones árticas sirven como perfecto ejemplo de este fenómeno, ya que muchas de las STP que en ellas se encuentran puede determinarse que son consecutivas a una precipitación a partir de la atmósfera. Esta sección se ocupa de liberaciones a la atmósfera, mientras que las STP transportadas a un determinado país por el aire ambiente desde otra región se estudiarán como una actividad distinta. Las STP liberadas a la atmósfera van desapareciendo continuamente a causa de la precipitación atmosférica. La sección sobre concentraciones ambientales (sección 5.2) se ocupa con más detalle de determinar concentraciones de STP en el aire ambiental, así como su precipitación atmosférica.

Las liberaciones de STP como subproductos a la atmósfera proceden sobre todo de fuentes de combustión, acompañando a los gases de escape resultantes del proceso de la combustión. Otros procesos térmicos industriales, como sinterización, pirólisis, secado, tratamiento con humo y otros muchos, también pueden ser considerados como procesos de combustión en lo que respecta a las liberaciones de STP. También se producen liberaciones a la atmósfera por medio de la evaporación y/o volatilización durante y después del uso de productos con STP como, por ejemplo, plaguicidas.

En el cuadro 4 se exponen todos los parámetros que deben tenerse en cuenta además de los señalados en el cuadro 3 para que los resultados de las pruebas de aire/gases de escape sean comparables. Así, todos los datos y los metadatos de apoyo habrán de copiarse para que pueda realizarse un procesamiento y evaluación de datos significativos para el proyecto del FMAM relativo a los subproductos.

*Cuadro 4: Información adicional sobre muestreo de aire/gases de escape para obtener información sobre fuentes de subproductos de STP a la atmósfera*

Información	Importancia	Observaciones
-------------	-------------	---------------

Volumen de gases de escape o condiciones de tasa de flujo de masa	1	Actual, incluida densidad, o normalizado, húmedo, incluido el contenido de humedad, o seco
Condiciones de los gases de escape en lo que respecta a temperatura, contenido de O <sub>2</sub> y presión (absoluta)	1	La definición de las condiciones normales/estándar en lo que respecta a temperatura, presión y contenido de O <sub>2</sub> deberán ser idénticas para que todos los resultados sean comparables
Unidades en las que se comunican los resultados de los análisis	1	Concentraciones de masa por volumen (p.ej., ng/m <sup>3</sup> ) o concentraciones de volumen por volumen (p.ej., ppm)
Método de muestreo utilizado	2	Muestreador de aire de gran volumen, muestreo pasivo de gas, muestreo de gas extractivo, muestreo isoquinético, etc.
Tipo de muestra	3	Aire total, componente de fase de vapor, fase suspendida, etc.

### Información que debe recogerse con respecto a las liberaciones al agua

Los análisis de muestras de agua tomadas de efluentes, alcantarillas y/o escurrentía al agua dulce, estuarios o ambiente marino facilitan una medición directa de la contaminación por STP. A veces, cuando se trata de STP hidrofóbicas como dioxinas, furanos y PCB, la gran mayoría se adsorbe en ciertas partículas presentes en el agua. Pero otras STP, como los compuestos organometálicos, son hidrofílicas y más solubles en el agua.

En esta sección las extensiones de agua no se consideran como fuentes por sí mismas, ya que ni las aguas superficiales ni las subterráneas transportan las STP a grandes distancias en la misma medida en que lo puede hacer la atmósfera. La fuente predominante a larga distancia de STP en la hidrosfera es el tráfico naval, las corrientes oceánicas y los ríos contaminados con STP. La sección sobre concentraciones ambientales da detalles sobre la mayor parte de las cuestiones de muestreo (sección 5.2). Por consiguiente, esta cuestión no se tratará más a fondo en la presente sección. En la mayor parte de los casos el muestreo de efluentes líquidos no ofrece las mismas dificultades que el de gases, ya que son en gran parte insignificantes los cambios de volumen del líquido en relación con temperatura, presión y concentración de contaminantes. Una excepción es la concentración de materias sólidas en el agua, ya que la transición de agua líquida a lodo y en último término a materia sólida como suelo, se hace progresivamente. En este contexto, al agua se le denomina agua líquida con una concentración de sólidos despreciable en cuanto a las propiedades físicas y químicas del líquido como densidad, peso específica, puntos de ebullición y congelación, etc.

El cuadro 5 expone todos los parámetros que deben tenerse en cuenta además de los señalados en el cuadro 3 para que sean comparables los datos sobre el agua acopiados. Así, todos estos datos y también los metadatos de apoyo deberán recogerse para que pueda realizarse un procesado y evaluación de datos significativo para su notificación al proyecto del FMAM.

*Cuadro 5: Información adicional sobre muestreo de agua en cuanto a fuentes de STP al agua*

Información	Importancia	Observaciones
Unidades en que se notifican los resultados analíticos	1	Concentraciones en masa por volumen (p.ej., mg/l), o en masa por masa (p.ej., mg/kg), volumen por volumen (p.ej., ppm), que en agua líquida como aquí se define y en las condiciones del ambiente son intercambiables
Volumen de agua o condiciones de la tasa de flujo de masa	1	Actual (incluida densidad) o normalizada, húmeda (incluyendo el contenido de humedad) o seca
Protocolo de notificación	2	Resultados en relación con el agua o con la materia en suspensión
Tipo de muestra	2	Agua, incluida materia en suspensión/materia en suspensión sola/agua, excluida la materia en suspensión

### Información que debe acopiarse con respecto a las liberaciones a tierra

Deberá tenerse en cuenta que en la terminología que aquí se utiliza por "tierra" se entiende toda materia que contenga sólidos y que no esté cubierta por la categoría agua. Así, según la definición que aquí se adopta, en ciertas circunstancias particulares la tierra puede actuar como fuente en caso de liberaciones a partir de zonas altamente contaminadas, lodos, sedimentos u otros materiales contaminados por STP.

En esta sección también se consideran como tierra los sedimentos y se incluyen en la misma categoría. Sedimentos de lagos, estuarios y océanos pueden actuar como fuentes para la liberación de STP que antes se habían depositado.

Comúnmente las muestras de suelos se analizan en cuanto a posibles liberaciones de STP a tierra, tal como se detalla en la sección correspondiente a concentraciones ambientales. El suelo tenderá a actuar como acumulador a largo plazo para muchos de los compuestos que aquí interesan y puede constituir una matriz conveniente para el muestreo y la vigilancia. Las encuestas de suelos pueden realizarse sistemáticamente en escala nacional, regional o local, lo que con frecuencia se hace en las proximidades de una fuente de contaminación.

El suelo, parte importante de la tierra, constituye el principal compartimiento ambiental a partir del cual las STP ingresan en la biosfera basada en la tierra. Los océanos y las grandes extensiones de agua dulce desempeñan el mismo papel en lo que se refiere a la biosfera acuática. Por consiguiente, agua y tierra no sólo son los definitivos reservorios de la acumulación y almacenamiento ambientales de STP sino que además constituyen la fuente definitiva de liberaciones de STP a la biosfera.

Como la tierra no se libera al igual que los gases de escape y/o el agua, para su caracterización como fuente se han de adoptar distintos requisitos. Sólo se tendrá en cuenta el caso especial de sedimentos de lodo o suelo contaminados y que después se liberan al medio ambiente, ya que los requisitos para el muestreo de tierra como reservorio que puede producir concentraciones elevadas de contaminación ambiental ya se han examinado y expuesto en la sección correspondiente a niveles ambientales.

Habrà que tener mucho cuidado en que se reúna la información que se especifica a continuación en el cuadro 6, además de la requerida en los cuadros 3 y 5, según los casos. Debe asimismo advertirse que no siempre va a ser necesaria toda la información, dependiendo del tipo de fuente de tierra investigado. Es evidente que unos lodos contaminados por STP escasamente volátiles e hidrofílicas y liberadas al océano no requerirá la misma información que un suelo contaminado por STP altamente volátiles e hidrofóbicas liberadas a un terraplén en el desierto. Por consiguiente, en caso de duda, deberán seguirse los consejos de los expertos en cuanto a la selección de los correctos parámetros necesarios para obtener la información aplicable a cada caso de tierra que deba considerarse como fuente de liberación de STP. Ello no obstante, el número de casos en los que la tierra actúa como fuente de STP es bastante limitado.

**Cuadro 6:** Información adicional sobre muestreo de tierra correspondiente a fuentes de tierra hacia agua, aire y tierra

Información	Importancia	Observaciones
Algunas propiedades físicas y/o químicas de la fuente de tierra contaminada	1	Lodo, sedimento, suelo, contenido orgánico, distribución por tamaños de partículas, densidad, etc.
Localización y descripción del sitio de la fuente de tierra	1	Referencia a un mapa (o a una publicación), antecedentes de uso químico del lugar o alrededores, estuario, río/lago de agua dulce, océano
Ambiente alrededor de la fuente de tierra	2	Rural, agrícola, residencial, industrial
Condiciones meteorológicas durante el periodo	3	Dirección de vientos, pluviosidad, radiación solar
Temperatura	3	Alta/baja para posible volatilización, desecado, etc.

### Información que debe acopiarse con respecto a las liberaciones a desechos

La eliminación de desechos sólidos, la descarga de desechos líquidos y la emisión de gases de escape son probablemente la fuente predominante de liberaciones de STP al medio ambiente. Por consiguiente, los desechos deben considerarse por sí mismos como una importante fuente de STP y el medio predominante en el que numerosas STP se recogen y concentran y a partir del cual se liberan a uno o varios compartimientos ambientales. Los desechos como fuentes provocan liberaciones de STP a la atmósfera, al agua y a la tierra. El único compartimiento que prácticamente no se ve afectado por liberaciones de STP a partir de desechos es el compartimiento de productos. Puede verse con toda claridad que los desechos contienen todos los materiales indeseables que se han separado de los propios productos o que han ido siendo marginados durante los procesos de producción. Además, el propio producto pasa a ser desecho después de alcanzar el final de su vida útil.

En esta sección se utilizará el término desecho de forma que se excluyen los gases de desecho, que se tratan en la sección sobre la atmósfera, las aguas de desecho, que se tratan en la sección sobre el agua, y los desechos de lodos, sedimentos y suelos, que se tratan en la sección referente a la tierra. Así pues, el término desecho se refiere sobre todo a los desechos sólidos cualquiera que sea su forma. Incluye todos los residuos de combustión y producción, desechos sólidos municipales industriales y mineros, y los desechos peligrosos, desechos médicos, etc.

En el cuadro 7 se resume la información que debe recogerse complementariamente a la expuesta en los cuadros 3, 5 y 6.

**Cuadro 7:** Información adicional sobre muestreo de desechos de fuentes de tierra al agua, aire y tierra

Información	Importancia	Observación
Número exacto de especies químicas liberadas del desecho	2	Dada la compleja mezcla de materiales que contienen los desechos, generalmente se liberan de ellos varios tipos de STP
Número de muestras	2	Para tener en cuenta la variabilidad de las concentraciones de STP, deberán tomarse números estadísticamente significativos
Manejo de las muestras	2	¿Muestras individuales o compuestas? ¿Cuántas muestras y durante qué periodo de tiempo?

### Información que debe acopiarse con respecto a las liberaciones a productos

Las liberaciones de STP en el compartimiento de los productos pueden dividirse en cinco categorías básicas:

1. Liberaciones de STP de productos que ellos mismos son STP. Esta categoría es con mucha diferencia la fuente predominante en el compartimiento de los productos, ya que plaguicidas como el DDT y los organometálicos, como el tributilestano (TBT) son STP, que se siguen produciendo y usando con frecuencia por el mundo entero. Por consiguiente, las cantidades liberadas o las tasas de liberación pueden conocerse y es posible obtenerlas mediante las estadísticas. También el punto de aplicación del producto será conocido y si no deberá determinarse para obtener el lugar de liberación o fuente. También son bien conocidas las especies químicas liberadas. En otras palabras, casi toda la información necesaria para un inventario de fuentes estará fácilmente disponible y en general será precisa y fidedigna. De esta forma puede ser fácil el seguimiento de este tipo de fuente de STP con fines de inventario.
2. Liberaciones de STP a productos. También éstas pueden ser bien conocidas, ya que la calidad de un producto es objeto de vigilancia continua en la mayor parte de los procesos de producción. Si se dispone de una buena información acerca de las contaminaciones con STP y del uso del producto, pueden deducirse las cantidades y destinos de las STP. Esta categoría es algo más difícil de manejar que la primera a causa de que las STP en el producto sólo pueden detectarse a través del propio producto. Esto ya no es tan fácil como en el caso de la categoría 1, ya que no siempre pueden seguirse de cerca todas las aplicaciones del producto pues en muchos casos la contaminación por STP sólo se descubre muchos años después de su comercialización y uso. El aceite contaminado por PCB en los transformadores nos brinda un ejemplo perfecto, ya que inicialmente no se reconoció como problema la contaminación por ese cuerpo. Sólo decenios después de que se iniciase y generalizara el uso de aceites de transformador contaminados por PCB, se descubrió que los PCB son STP, que causan efectos adversos al medio ambiente. Para entonces ya era muy difícil o imposible hacerse con los registros de la distribución del producto contaminado por STP.
3. Liberaciones de STP a partir de productos. Esta categoría es la más difícil de cuantificar. Puede obtenerse una información valiosa identificando productos con STP, STP en otros productos y reservorios de STP. En último término es importante evaluar las liberaciones de STP de todas esas procedencias al medio ambiente. Se incluyen todos los productos que contienen STP y a

partir de los cuales se liberan durante la vida útil. Los plastificantes de PVC que recientemente han suscitado sospechas como perturbadores del sistema endocrino son miembros típicos de este grupo. Como casi nunca se conoce bien cómo, cuándo y dónde se producen esas liberaciones, es muy difícil cuantificar como fuente con fines de inventario las STP de este tercer grupo. Afortunadamente, esta categoría es con toda probabilidad la menos importante de las tres como fuente de liberaciones de STP.

4. Reservorios de STP, por ejemplo en forma de depósitos de productos de STP. Aun cuando los depósitos no se consideren como fuentes activas de STP en la medida en que no liberen estos productos en el medio ambiente, aún deberán señalarse como posibles fuentes futuras de STP y podrían tener gran prioridad para la acción preventiva. Todos los datos disponibles sobre depósitos de STP deberán ser comunicados al equipo regional.
5. La importación y exportación de productos que contenga STP más la producción nacional si existe. Estas cifras pueden obtenerse con una precisión razonable consultando las estadísticas nacionales que dan una primera estimación aceptable sobre uso regional de STP y productos que contienen STP. También puede obtenerse información de otras fuentes como la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación o de los abastecedores, en el mejor de los casos coordinados en el ámbito regional o mundial. Pero debe advertirse que las categorías que se utilizan en las estadísticas nacionales pueden no corresponder a las necesidades del proyecto y diferir de ellas.

En los informes de los talleres del FMAM, que deberán ser consultados, se encuentran ciertas informaciones útiles acerca de las modalidades más frecuentes del uso de plaguicidas. En estos y en otros trabajos pueden obtenerse orientaciones generales que permitirían dirigir al encargado del acopio de datos hacia las fuentes más probables y los sectores más importantes en cuanto al uso de las sustancias químicas que figuran en las listas. En el compartimiento de los productos puede realizarse un muestreo de STP con relativa facilidad si se obtiene una cantidad suficiente del producto, asegurándose de que ésta es representativa de su producción general o de su uso. Los análisis pueden ser complejos y están sometidos a interferencias. En ciertos casos la composición del producto y la concentración de STP en él pueden ser conocidas y el muestreo puede no ser necesario. En la mayor parte de los casos, la composición del producto y las STP liberadas a través de él, en su interior o a partir de él se conocen con exactitud, de manera que es inútil realizar cualquier esfuerzo de muestreo. Por consiguiente, no se dan más detalles acerca de la cuestión del muestreo.

El cuadro 8 da toda la información necesaria que, añadida a la del cuadro 3, permitirá determinar con exactitud cuál es la tasa anual de liberación de STP en el compartimiento de los productos.

*Cuadro 8: Información adicional sobre productos por relación a fuentes desde la tierra al agua, aire, tierra y desechos*

Información	Importancia	Observaciones
Especificación química exacta del producto que contiene STP, incluido su nombre comercial	1	En general se puede obtener información fidedigna del fabricante/proveedor
Cantidad del producto aplicada o utilizada dentro de la región del inventario	1	Esta información también puede ser fácil de obtener del vendedor y/o usuario del producto
Cantidad de STP liberada a partir o a través del producto	1	También esta información suele poderse obtener del fabricante
Se sigue produciendo o periodos en que se ha producido (fechas de comienzo y de final)	2	La historia de la producción es importante para la identificación de lugares de peligro
Localización, nombre de la empresa	3	
Cantidad actualmente producida	2	Exprésese en toneladas al año
Cantidades importadas cada año	2	Exprésese en toneladas al año
Origen de las importaciones	3	Países, empresas, etc.
Cantidad exportada cada año	2	Exprésese en toneladas al año
Destino de las exportaciones	3	Países, usos
Depósitos: identidad química	2	Enumérense los principales constituyentes
Cantidad total en los depósitos	2	
Método de almacenamiento	3	Envasado (en contenedores, sin contención), ambiente abierto, con derrames, etc. o sujetos a erosión, etc.
Medio ambiente local	3	Cerca de aguas de entrada, vecindad residencial, etc.

## 5.2 Concentraciones ambientales

En el presente documento se establece una serie de categorías de los datos ambientales definidos en su sentido amplio. Para cada una de las categorías se dan orientaciones en forma de una breve introducción y una lista de datos que pueden servir para describir los objetivos, criterios y hallazgos de un determinado estudio y colocar todo ello en su contexto. A cada punto se le asigna un "indicador de importancia" que muestra hasta qué punto la información es fundamental: 1 señala la máxima importancia y 3 la menor. Estos datos servirán para realizar comparaciones significativas entre distintas series.

La información sobre concentraciones ambientales de STP puede estar relacionada con los siguientes medios generales:

- Suelo
- Sedimento
- Atmósfera y precipitación
- Agua (dulce, océano, estuarios)
- Vegetación
- Animales/aves (marinas y terrestres)
- Alimentos humanos y piensos animales
- Seres humanos

### Orientaciones Generales

La mayor parte de los datos sobre concentraciones ambientales de contaminantes de STP no se han reunido con intención de dar series de datos comparables, sino que se han obtenido sobre todo en estudios individuales con fines de investigación, vigilancia, estudios concretos locales o con miras a hallar niveles básicos generales. Además no se dispone de protocolos universalmente aceptados o aplicados para el muestreo, los análisis y la preparación de los informes. Los datos se han podido reunir bajo la égida de organizaciones de investigación o de organizaciones gubernamentales, y algunos, aunque no todos, figuran en publicaciones científicas internacionales.

En este trabajo se trata de reunir la mayor cantidad posible de datos pertinentes. Se ha preparado la guía de manera que facilite la compilación y análisis de esas informaciones. Las orientaciones que se dan en esta sección tratan de facilitar el cotejo de datos de manera que puedan realizarse comparaciones razonables.

La guía indica qué información adicional interesante puede obtenerse de estudios que reunidos permitirían suplementar los resultados analíticos. Cuanto mayor sea la semejanza entre distintos estudios más probabilidades habrá de que se puedan realizar comparaciones.

Entre las informaciones fundamentales para que puedan realizarse comparaciones figuran:

- Que los resultados se expresen sobre una misma base (por ejemplo, grasa o materia seca)
- Que se sepa de qué forma se comunican los resultados (por ejemplo, promedios, medianas, límites)

- Que haya una buena compatibilidad entre los objetivos del estudio (por ejemplo, no puede compararse una encuesta en las proximidades de una fuente de alta concentración con las concentraciones básica de otro país)
- Que se identifique la matriz que se está muestreando (por ejemplo, un mismo tipo de muestras de suelo o las mismas especies de animales en distintos lugares)

Puede obtenerse información importante de estudios que sean internamente coherentes aunque se hayan realizado a lo largo de varios años. Éstos podrían no ser inmediatamente comparables con otros pero facilitarían los datos que, bien acopiados, podrían dar una información importante sobre tendencias en el tiempo de las STP interesantes.

Ciertas informaciones relativas a una muestra o al contexto en que se ha realizado un estudio que haya dado resultados analíticos incluíbles en la evaluación serán comunes a todas las muestras ambientales recogidas en el marco del proyecto del FMAM. En el cuadro 9 se enumeran estos requisitos generales de información.

*Cuadro 9: Información general necesaria para todas las muestras ambientales*

Información	Importancia	Observaciones
Especies y/o grupos químicos exactos notificados y posibles simplificaciones utilizadas, si corresponde	1	Tener en cuenta las simplificaciones o presuposiciones para los grupos químicos. Utilizar los números CAS cuando existan. Si se aplica algún plan de FET, identificar cual y asegurarse de que el mismo se aplica a todos los resultados comparados
Matriz de la muestra	1	Suelo, sedimento, aire, agua, alimentos, etc.
Fuente/referencia	1	Para poder detectar el origen de los datos
Tipo de muestra	1	Individual, compuesta, mezclada
Localización del muestreo	1	Mapa de referencia, coordenadas GPS, etc.
Método de muestreo	2	Véase cada matriz
Resultados y unidades del análisis	1	Especificación exacta de unidades y bases, por ejemplo, peso en fresco, materia seca, grasa, contenido de carbono orgánico, etc.
Métodos analíticos y sus límites de detección	3	
Notificación de resultados inferiores a los límites de detección	2	Si algunos de los resultados están por debajo de los límites de detección, cómo se notifican, por ejemplo ND=0, ND=DL o ND=DL/2.
Límites	2	Mínimo, máximo
Tendencia general (si corresponde)	2	Especifíquese mediana/media y número de puntos
Objetivos del estudio y descripción general	1	Específico de sitio, evaluación general, evaluación de población
Condición de la muestra	2	Fechas, duración, condiciones meteorológicas

## Suelo

En general las muestras de suelos se someten a análisis en busca de STP. En el suelo tienden a acumularse a largo plazo muchos de los compuestos que interesan y puede constituir una buena matriz para el muestreo y la vigilancia. Las encuestas de suelos se pueden realizar sistemáticamente en los ámbitos nacional, regional o local (con frecuencia en la proximidad de una fuente de contaminación).

Las muestras de suelo se toman a distintas profundidades, a veces en relación con el uso que se hace de la tierra (por ejemplo, más profundamente en suelos arados que en pastos), y en algunos casos los resultados se ponen en relación con las distintas capas del suelo, lo que también se conoce como horizontes. En los análisis pueden incluirse residuos superficiales, como los lechos de hojas secas.

*Cuadro 10: Información adicional sobre muestras de suelos*

Información	Importancia	Observaciones
Ambiente próximo	2	Remoto, rural (agrícola), residencial, industrial
Tipo de muestra	1	Superficie, con pala (profundidad de muestreo), núcleo: composición, lugar de la muestra
Acuerdos sobre notificación	1	Peso en húmedo/peso en seco, etc.
Contenido de humedad	2	Esencial si los resultados se dan sobre base húmeda
Contenido de carbono orgánico	2	Importante para comparar series de datos
Características del suelo muestreando	2	Tamaño típico del grano; arcilla, limo, arena, etc.
Historia del suelo	2	Tipos de usos importantes para la contaminación con STP
Situación	1	Referencia al mapa o a otros localizadores

## Sedimento

Las muestras de sedimentos tomadas de lagos, estuarios y océanos son muy útiles pues con frecuencia se pueden dividir en submuestras que se vinculan a periodos de tiempos diferentes, específicos e identificables, con lo que se pueden obtener datos sobre tendencias a largo plazo. En algunos casos existe información suficiente para que los datos sobre concentración de los sedimentos se puedan vincular a las tasas de las aportaciones y, en ciertos casos, cuando las aportaciones atmosféricas son las únicas que llegan al sistema sedimentario, se pueden vincular a tasas de depósitos aéreos. Naturalmente toda degradación significativa de los sedimentos se examinará y tomará en consideración para evaluar la tendencia en el tiempo de la información.

*Cuadro 11: Información adicional sobre muestras de sedimento*

Información	Importancia	Observaciones
Localización	1	Referencia en el mapa u otros localizadores
Tipo de muestra	1	Muestra con cuchara/núcleo, etc. a veces en relación con las fechas
Acuerdo sobre notificación	1	Resultados sobre base de carbón orgánico, en húmedo/en seco
Contenido de humedad	2	Esencial si los datos se dan sobre base húmeda
Contenido de carbono orgánico (CO)	2	Esencial si los datos se relacionan con el CO
Evidencia de posibles impactos de STP	2	Efluentes industriales, puertos, etc.
Características de la muestra	2	Tamaño del grano
Descripción del sitio	2	Estuarios, ríos/lagos de agua dulce, océano; zona sometida sólo a depósitos a partir del aire

### Aire (incluidos los depósitos)

La vigilancia de STP en el aire se puede hacer continuamente durante un largo periodo de tiempo o durante breves periodos, y las muestras se pueden tomar de estaciones nacionales o regionales en series continuas o pseudocontinuas de concentraciones en la atmósfera. Otra posibilidad son los datos sobre concentración en el aire relacionados con episodios concretos de muestreo vinculados con frecuencia a fuentes conocidas o presuntas de contaminación.

Algunos estudios miden los depósitos de STP a partir del aire. Sobre estos depósitos influye cierto número de propiedades de los compuestos de que se trate, la situación meteorológica y el diseño del sistema de muestreo. Los depósitos a partir de la atmósfera pueden obedecer a diversos mecanismos, como los "depósitos húmedos" con lluvia y niebla, las "partículas secas" en las que el material problema se deposita junto con las partículas o los depósitos de "vapor seco" en los que los contaminantes en fase gaseosa se adsorben en un receptor.

Sobre los resultados de los ensayos de sedimentación pueden influir en gran medida las condiciones existentes durante la operación y el diseño del sistema de muestreo. Es preciso tener mucho cuidado cuando se comparen valores entre distintos estudios.

*Cuadro 12: Información adicional sobre muestras de aire*

Información	Importancia	Observaciones
Método de muestreo	2	Descripción o referencia al método estándar
Ambiente próximo	2	Remoto, rural (agrícola, con inclusión de las prácticas dominantes), residencial, industrial. Posibles impactos conocidos de fuentes de STP
Periodo de muestreo	2	Fechas y duración
Condiciones meteorológicas durante el muestreo	3	Dirección del viento, pluviosidad, temperatura; estación

### Agua

Las muestras de agua (agua dulce, estuarios o ambientes marinos) permiten obtener una medida transitoria de la contaminación por sustancias tóxicas persistentes. Ciertas STP, como dioxinas, furanos y PCB, quedan sobre todo adsorbidas en las partículas presentes en el agua y una estrategia alternativa sería muestrear sólo la materia de partículas. La tendencia de los contaminantes a ser altamente insolubles significa que en general en el agua sólo se encontrarán niveles bajísimos y, por consiguiente, será difícil proceder al muestreo y análisis. Como las mediciones de agua sólo dan una imagen transitoria de la concentración de contaminantes y no actúan como integrador, es posible que las muestra de agua no coincidan con las liberaciones de contaminantes y, por consiguiente, den una información que podría inducir a error. Los sedimentos pueden dar una mejor imagen a largo plazo.

*Cuadro 13: Información adicional de muestras de agua*

Información	Importancia	Observaciones
Tipo de muestra	1	Agua subterránea, aguas de superficie, ríos, océanos, etc. agua que incluye materia suspendida/materia suspendida solamente/agua que excluye materia suspendida. Mezclas, etc.
Notificación al convenio	1	Resultados en relación con el agua/sólidos, etc.
Periodo de muestreo	2	Fechas y duración
Condiciones meteorológicas durante el periodo	3	Si afectan a la muestra, por ejemplo, escorrentía de tormentas
Posibles impactos	2	P.ej., cualquier fuente de STP conocida que esté próxima
Efluentes industriales en la zona	1	Si hay, especifíquese

## Vegetación

La vegetación puede servir de importante punto de entrada de STP a la cadena alimentaria terrestre y, desde ahí, puede contribuir considerablemente a la exposición humana. Allí donde se están incluyendo en el estudio compuesto lipofílicos semivolátiles (típico de las sustancias COP), las barreras ceras de las hojas/aguja de las plantas actúan como captadores relativamente eficientes de los contaminantes atmosféricos. Por consiguiente, las concentraciones en la vegetación pueden representar un adecuado integrador e indicador de niveles de los contaminantes atmosféricos durante periodos como semanas, meses o incluso varios años.

*Cuadro 14: Información adicional sobre vegetación*

Información	Importancia	Observaciones
Medio ambiente próximo	2	Remoto, rural (agrícola), residencial, industrial, cerca de una fuente puntual
Notificación al convenio	1	Resultados correspondientes a peso en seco/peso en húmedo, etc.
Contenido de humedad	2	Esencial si los resultados son sobre base húmeda
Nombre y características de la vegetación	2	Nombre de la planta. Hojas caducas, características importantes del medio muestreado, raíces, etc.

## Animales marinos y de agua dulce, incluso aves

Los animales que viven en el mar o sobre él y en aguas interiores pueden actuar como importantes integradores de la contaminación ambiental, en particular de las sustancias tóxicas persistentes. Los muestreos de determinadas especies de aves, crustáceos, peces o mamíferos pueden facilitar información sobre las concentraciones de contaminantes en importantes zonas geográficas y dar útil información sobre acumulación en la cadena alimentaria. Esta información puede dar valiosas indicaciones sobre probable contaminación, por ejemplo, de animales superiores que se alimenten de peces y puede asimismo facilitar indicaciones directas sobre la contribución de ciertos alimentos a la ingesta humana de contaminantes con la dieta.

Se han realizado numerosas encuestas de seres vivos en muy diversos lugares del mundo. Es importante conocer hasta cierto punto la naturaleza y costumbres de la matriz muestreada para que los datos obtenidos puedan explotarse con el máximo provecho: tipos de alimentación de determinadas aves y territorios en los que una determinada especie puede alimentarse. Los datos obtenidos de especies migratorias informarán menos acerca de la situación de una determinada localización geográfica.

*Cuadro 15: Información adicional sobre animales acuáticos*

Información	Importancia	Observaciones
Descripción exacta de los tipos de especies observados	2	Nombre en latín y nombre común
Resumen de información sobre la especie	2	Comportamiento típico: alimentación, sedentaria o migratoria, tiempo de vida
Notificación para el convenio	1	Resultados sobre peso total/peso de grasa, etc.
Contenido de grasa y humedad y variabilidad	2	Especialmente importante si los resultados se refieren al peso fresco o al contenido de grasa
Longitud y diámetro del animal	2	Indicador de la edad
Número y tipo de la muestra	1	Número de muestras. Animal completo/órgano aislado, edad, composición de sexos o muestras tomadas en el lugar

**Animales terrestres, incluidas aves**

Las encuestas sobre niveles de STP en aves y animales terrestres pueden servir para evaluar los probables impactos sobre la salud de las poblaciones y también para señalar la difusión geográfica de la contaminación. En ciertos casos el análisis de los depredadores situados en los niveles superiores de la pirámide alimentaria puede mostrar la acumulación de STP en la cadena alimentaria e indicar cuál es el nivel general del contaminante en el medio ambiente que se considera.

*Cuadro 16: Información adicional sobre animales y aves terrestres*

Información	Importancia	Observaciones
Descripción de los tipos de especies observados	1	Nombre exacto
Número y tipo de la muestra	1	Número de muestras. Animal completo, órgano aislado, huevo, etc.
Resumen de las características de la especie	2	Límites geográficos, especies locales/migratorias, principales alimentos
Notificación para el convenio	1	Resultados sobre la base del peso completo/en seco/grasa

### Alimentos y leche de vaca

La vigilancia de los alimentos humanos da una indicación muy directa de la posible exposición del ser humano a sustancias tóxicas persistentes. Pueden obtenerse indicios sobre la exposición con la dieta utilizando datos sobre consumo medio de alimentos junto con los correspondientes a las concentraciones de compuestos halladas en estos alimentos cuando están preparados para su consumo (p.ej. cocinados). Por otra parte, pueden evaluarse exposiciones más localizadas examinando niveles en productos específicos y características locales de consumo, por ejemplo, exposición de pescadores de subsistencia que comen una elevada proporción de los peces que pescan en el lugar.

En diversos lugares se ha utilizado la leche de vaca como marcador de contaminación ambiental. Las vacas que pastan en campo abierto mantienen un vínculo relativamente directo entre los niveles de varios contaminantes en la hierba y los niveles de contaminantes que se encuentran en la leche. Este puede ser un importante indicador ya que los niveles en la hierba tienden a reflejar los existentes en la atmósfera y, por consiguiente, responden con relativa rapidez a los cambios en las liberaciones al aire, además de que las concentraciones en la hierba y, después, en los animales que pastan pueden constituir una fracción importante de la exposición total con la dieta en ciertos países. Cuando el ganado es parte importante de la agricultura, la leche, los productos lácteos y la carne pueden aportar una significativa contribución a la exposición total.

Los piensos de los animales se pueden analizar pues existe una relación directa entre las STP que existen en los materiales con que se alimentan ciertos animales y la posible exposición de los últimos consumidores. Se parte del supuesto de que los datos en este campo procederán asimismo de encuestas y muestras tomadas con la intención concreta de evaluar concentraciones en piensos, y no de vigilar los niveles existentes en una población animal o en la vegetación comestible. Por consiguiente, es probable que se dé información sobre concentraciones de STP en las partes comestibles de plantas y animales, más que en animales concretos o en órganos específicos (por ejemplo, hígado). Pueden analizarse muestras mixtas de alimentos al detalle para obtener una evaluación general de niveles, y también pueden realizarse encuestas específicas que indiquen la existencia de contaminaciones localizadas. Es probable que estas encuestas hechas sobre un conjunto de alimentos o de alimentos al detalle muestren cuál es la contaminación media pero no revelen toda la gama de concentraciones en los alimentos con los que se forman las muestras mixtas.

La inclusión de alimentos importados y de alimentos transportados a largas distancia puede reducir el número de conclusiones que pueden extraerse acerca de la difusión geográfica de la contaminación, a no ser que el estudio tenga algún objetivo específico.

**Cuadro 17:** Información adicional sobre alimentos y piensos

Información	Importancia	Observaciones
Tipo de muestra	1	Grupo o tipo de alimentos. Mixto/ en el lugar
Descripción de los tipos de alimentos estudiados	1	Corte de carne, nombre de la fruta, muestras animales comestibles o total. Si incluye o no alimentos importados. En cuanto a los piensos, especificar el uso a que se destinan. Contenido de grasa, si se conoce
Preparación del alimento	2	Cocinado, crudo, total o parte
Notificación para el convenio	1	Resultados sobre peso total/grasa

### Niveles en el ser humano

El grupo críticamente expuesto a numerosas STP puede ser el propio ser humano, pues es este el que desempeña el papel de máximo depredador, el que vive durante largo tiempo y el que acumula contaminantes. Además es lo más probable que los efectos crónicos poco manifiestos y las subpoblaciones fuertemente expuestas sean motivo de considerable inquietud, mientras que en otras especies de mamíferos la preocupación más inmediata se refiera a la salud general de la población.

Los datos sobre niveles de STP en seres humanos se obtienen sobre todo a partir de muestras reunidas y que sean lo menos intrusivas posibles, por ejemplo, mezclas de sangre o de leche humanas, más que concentraciones en tejidos u órganos.

Las concentraciones de STP dependerán en gran medida de factores como la dieta, la exposición profesional, la edad o la lactancia materna; por consiguiente, esta información básica es muy importante.

**Cuadro 18:** Información adicional sobre muestras humanas

Información	Importancia	Observaciones
Tipo de muestra	1	Sangre, suero, grasa, hígado, leche materna, etc.
Notificación para el convenio	1	Resultados sobre la base de peso total/grasa, etc.
Resumen de características de la población o subpoblación	2	Localización geográfica, edad, sexo, exposición profesional, características específicas de la dieta, fumador o no, etc.
Contenido de grasa y variabilidad	2	Especialmente importante si los resultados se ponen en relación con el peso en fresco o el contenido de grasa

### 5.3 Impactos ambientales

Los estudios experimentales acerca de los efectos de las sustancias sobre la salud se suelen encontrar en las publicaciones. En general, los efectos sobre la salud de una determinada exposición no difieren entre unas regiones y otras. La mayoría de los datos experimentales sobre efectos ambientales se encuentran en publicaciones realizadas en condiciones normalizadas y generalmente reflejan la situación en la región templada. Pero en muchas regiones la situación es muy distinta, de manera que convendrá acopiar la mayor información posible sobre efectos ambientales adversos en distintas regiones. Del mismo modo es importante notificar todos los estudios sobre efectos realizados con especies locales y/o en las circunstancias locales. También son extraordinariamente valiosos los resultados de anteriores evaluaciones de STP realizadas en la misma región.

#### Efectos en gran escala

Es difícil vincular los efectos en gran escala con cada una de las sustancias tóxicas persistentes. El medio ambiente está expuesto a una compleja mezcla de sustancias y a otros factores de estrés, de manera que es casi imposible vincular un determinado cambio con una sustancia concreta. También es difícil diferenciar entre los efectos de actividades antropogénicas y los de las grandes variaciones naturales que se producen en el ambiente.

Pese a todas esas dificultades es esencial que se recojan todos los efectos en gran escala que se hayan observado en la región. El total de la información del conjunto del proyecto puede revelar correlaciones que son difícilmente detectables dentro de cada una de las regiones por sí mismas. La forma de estas notificaciones puede variar en función de cada caso, pero en el cuadro 19 se especifica cuál sería la información más importante.

*Cuadro 19: Información que debe acopiarse sobre efectos e impacto ambiental*

Información	Importancia	Observaciones
Tipo de efecto	1	Enumerar todos los efectos, pero especificando efectos críticos, como cáncer y efectos reproductivos. Advertir el nivel de organización ensayado, p.ej. individuos, poblaciones, ecosistemas
Especies afectadas	1	Utilizar por lo menos los nombre en latín
Estimaciones cuantitativas	1	Número de individuos o % de población
Superficie	1	Tipo, extensión y situación
Referencia	1	Comparación con otros lugares o con situaciones anteriores
Información sobre STP	1	Cualquier dato sobre emisiones y/o concentraciones ambientales en el lugar
Fuente/referencia	1	Para poder conocer el origen de los datos
Cómo se encontró el efecto	2	Vigilancia sistemática, mediciones en lugares peligrosos o por casualidad
Investigaciones	2	Cualquier hipótesis ensayada
Hipótesis	2	Cualquier hipótesis no ensayada

## Efectos locales

Las emisiones de STP a partir de fuentes puntuales pueden causar efectos locales fácilmente referibles a un determinado producto químico. Puede tratarse de emisiones por producción o uso de las sustancias o de pérdidas accidentales o a partir de desechos. Al proyecto del FMAM le interesa conocer la presencia de esos casos en la región. Los efectos pueden notificarse de conformidad con el cuadro anterior sobre efectos en gran escala, mientras que las emisiones y las concentraciones ambientales se notificarán de conformidad con las orientaciones que se dan en las correspondientes secciones del informe.

*Cuadro 20: Información que debe acopiarse sobre efectos locales*

Información	Importancia	Observaciones
Tipo de efecto	1	Enumerar todos los efectos, pero especificando efectos críticos, como cáncer y efectos reproductivos. Advertir el nivel de organización ensayado, p.ej. individuos, poblaciones, ecosistemas
Especies afectadas	1	Utilizar por lo menos los nombre en latín
Estimaciones cuantitativas	1	Número de individuos o % de población
Superficie	1	Tipo, extensión y situación
Referencia	1	Comparación con otros lugares o con situaciones anteriores
Información sobre STP	1	Cualquier dato sobre emisiones y/o concentraciones ambientales en el lugar
Fuente/referencia	1	Para poder conocer el origen de los datos
Cómo se encontró el efecto	2	Vigilancia sistemática, mediciones en lugares peligrosos o por casualidad
Investigaciones	2	Cualquier hipótesis ensayada
Hipótesis	2	Cualquier hipótesis no ensayada

En cuanto a los efectos locales, es importante reunir información sobre todas las sustancias químicas emitidas y no sólo sobre los ingredientes activos. Se incluyen, por ejemplo, solventes, ingredientes inertes de la preparación, impurezas, subproductos y otros cuerpos químicos que hayan podido emitirse.

## Resultados del ensayo

Además de los datos normales de laboratorio que figuran en las publicaciones, para la evaluación regional son muy interesantes los resultados de los efectos sobre especies locales y/o en las condiciones locales. Por consiguiente, deberá reunirse toda esa información y sobre todo la que se muestra en el cuadro 21, que es la más importante.

*Cuadro 21: Información que debe reunirse sobre resultados de los ensayos*

Información	Importancia	Observaciones
Sustancias (s)	1	Nombre y número CAS
Tipo de efecto	1	Enumerar todo los efectos, especificando los efectos críticos, como cáncer y efectos sobre la reproducción. Señalar el nivel de organización, p.ej. subcelular, tejido, individual, ecosistema
Especies	1	Utilizar por lo menos el nombre en latín
Condiciones	1	Temperatura, medio, duración del ensayo
Resultados de toxicidad (CE <sub>50</sub> , CL <sub>50</sub> , DL <sub>50</sub> )	1	Especificar exactamente las unidades
Concentración sin efecto	1	Si se conoce. Especificar exactamente las unidades
Dosis linear - respuesta	2	
Pureza de las sustancias ensayadas	2	Especificar exactamente las unidades

### Evaluaciones regionales

Es posible que en la región ya se hayan hecho otras evaluaciones anteriores sobre efectos de las STP y éstas serían muy interesantes para el proyecto del FMAM. En el cuadro 22 se da importante información para la notificación de esas evaluaciones.

*Cuadro 22: Información que debe reunirse sobre evaluaciones regionales*

Información	Importancia	Observaciones
Sustancia (s)	1	Nombre y número CAS
Superficie	1	Cobertura geográfica
Efectos críticos	1	Señalar NSEO y, si corresponde, NBEO
Especies	1	Usar por lo menos los nombres en latín
Riesgo identificado	1	¿Se trata de un riesgo inaceptable?
Medidas de control	2	Señalar las medidas adoptadas para mejorar la situación y su tipo
Mejoras	2	Toda información sobre la situación actual
Fuente/referencia	1	Para que pueda conocerse el origen de los datos
Objetivos	2	Razón porque la que se ha hecho la evaluación
Vigilancia	2	Especificar si se vigila como evoluciona la situación

La evaluación del riesgo puede ser absolutamente específica del lugar y si se hacen extrapolaciones, será con el máximo cuidado.

### Valores de guía regionales

Para la evaluación de las concentraciones ambientales de STP encontradas será útil tener acceso a todo tipo de valores y normas de guía/acción que se hayan aplicado en materia de medios ambientales en la región. Esos valores de guía se utilizan con frecuencia para proteger a trabajadores/consumidores/naturaleza de una exposición inaceptable a sustancias químicas específicas. En la página de bienvenida del PNUMA dedicada a los COP (<http://ww.chem.unep.ch/pops/newlayout/infpopsalt.htm>) se da una lista bastante completa de esos datos sobre los 12 COP del PNUMA, pero si es preciso estudiar otras sustancias es difícil recuperar los correspondientes datos. Por consiguiente se recomienda que toda información disponible de este tipo, por lo menos para las demás STP, se reúna y comunique al equipo regional. Estas normas/valores guía reciben distintos nombres, por ejemplo:

- límites/concentraciones máximos de residuos.

- límites aceptables/tolerables.
- ingestas diarias o semanales aceptables/tolerables.
- concentraciones máximas permisibles.
- valores límites de umbral.
- niveles de guía.

En la tabla siguiente se expone la información importante que debe reunirse acerca de estas normas/valores de guía.

*Cuadro 23: Información que debe reunirse sobre valores de guía regionales*

Información	Importancia	Observaciones
Sustancia	1	Nombre y número CAS
Valor numérico	1	Especificar exactamente las unidades
Protocolo de notificación	1	Concentraciones sobre la base de peso en fresco, seco o líquidos
Medio	1	Aire, agua, alimentos, agua de bebida, agua subterránea
Entidad protegida	2	Seres humanos/trabajadores, organismos específicos, medio ambiente
Situación oficial	2	Legal, acción, consejo
Acción para la gestión del riesgo	3	Qué tipo de medidas habrán de iniciarse si se exceden los niveles de guía

## 6. Evaluación de los datos

Un paso importante del proyecto del FMAM será el de reunir, organizar y evaluar la información y los datos acopiados durante las etapas de reunión de datos que se describen en la sección 5.

Del procesamiento y evaluación de los datos se encargará exclusivamente el equipo regional o las personas a las que éste haya autorizado explícitamente. Como el proyecto del FMAM se destina a obtener información normalizada y comparable en el mundo entero, si se quiere asegurar una evaluación normalizada es fundamental que esté garantizada la calidad de los datos y las mediciones.

Además es preciso darse cuenta de que las diferencias entre las cantidades de datos disponibles para una determinada STP dentro de distintas regiones van necesariamente a rendir datos de calidad diferente. En general, la calidad de los datos va a mejorar a medida que aumenta su cantidad disponible. Por consiguiente, cuantos más datos existan, más rigurosos pueden ser los requisitos que aseguren su calidad. Pero cuando se disponga de escasos datos, se podrá fijar un límite mucho más bajo para eliminarlos. El equipo regional, que es el que evalúa los datos reunidos, deberá hallar un equilibrio razonable entre la garantía de calidad de los datos y su disponibilidad. En ciertos casos será mejor utilizar unos datos imperfectos que carecer totalmente de datos, mientras que en otros sólo podrá seguirse el proceso utilizando datos de gran calidad. En general, las comparaciones serán más fidedignas cuando se hagan entre series limitadas de datos obtenidos en las mismas condiciones y con estudios que tengan los mismos objetivos y diseño. Es evidente que al equipo regional llegarán muchos datos que no reúnan esas condiciones. La sección sobre acopio de datos del Documento de Guía se ha diseñado para asistir al equipo regional en la reunión y análisis de la información. Los tres elementos fundamentales del proyecto del FMAM relativo a inventarios de fuentes de STP, concentraciones ambientales e impactos sobre el ser humano y el medio ambiente serán:

- Realizar comparaciones entre zonas y regiones;
- Evaluar la importancia de la información recibida (si señala alguna causa de inquietud);
- Establecer un orden de prioridades entre los resultados, sobre todo cuando haya motivo de inquietud, para orientar otras posibles intervenciones del FMAM.

Este informe sobre guía de procedimiento trata de transmitir una valiosa información adicional y una experiencia en materia de estudios que complementen los estudios analíticos. Cuanto más similares sean los distintos estudios más probabilidades habrá de que se puedan hacer comparaciones. Para que las comparaciones sean aceptables habrán de reunirse los siguientes requisitos fundamentales:

- Que los resultados se expresen en una misma base.
- Que se explique en qué forma se notifican los resultados (por ejemplo, medias, medianas, límites).
- Que exista una buena compatibilidad entre los objetivos del estudio (por ejemplo, no comparar una encuesta referida a una fuente puntual peligrosa con la contaminación general básica de otro país).
- Equivalencia en la matriz que se muestrea (por ejemplo, muestras de suelo equivalentes o muestras de gases de escape de combustión)

Se puede obtener importante información mediante estudios que sean internamente coherentes aunque se hayan realizado a lo largo de un periodo de años. Éstos podrían no ser inmediatamente comparables a otros estudios pero facilitarían datos sobre STP que, reunidos con acierto, pueden facilitar importante información sobre tendencias en el tiempo de STP de interés para la determinación de fuentes, concentraciones ambientales o impactos.

Se pretende que esta guía sea aplicable en el nivel del equipo regional. Este recibirá datos de los muchos individuos o instituciones a los que se ha encomendado la etapa de acopio de datos. Será preciso realizar el cotejo, compilación y presentación de esta masa de datos para que puedan realizarse comparaciones significativas en el ámbito de la región. Evidentemente, la cobertura variará de unas sustancias químicas a otras y de unos países a otros.

## 6.1. Información y datos en relación con la fuente

### Información para el procesamiento y evaluación de datos sobre liberaciones a la atmósfera

Para determinar las liberaciones de STP al aire ambiente será preciso calcular la tasa de emisión. Como se ha dicho antes, las emisiones de STP se suelen notificar como tasa de flujo de masa de cada una de las STP, o de éstas en grupo, por unidad de tiempo.

Pero, sobre todo tratándose de emisiones de STP a la atmósfera, lo más frecuente es que se notifiquen concentraciones medidas de STP sobre una base de masa por unidad de volumen de emisión de gases (de escape) que contengan STP. Estos informes son un reflejo directo de los resultados analíticos obtenidos de las mediciones de muestras de gases. Las tasas de volumen de flujo asociadas de gases (de escape) que contengan STP emitidas por unidad de tiempo se notifican también como medidas realizadas durante la campaña de muestreo. Ambos valores, si se multiplican correctamente, permiten obtener la deseada tasa de flujo de masa de STP por unidad de tiempo.

Pero será preciso tener mucho cuidado para multiplicar correctamente los dos valores medidos (concentración de STP y tasa de flujo de gases (de escape)). Esto significa que las unidades de presunta concentración de STP, así como las unidades de presunta tasa de flujo de gas (de escape) evacuados deberán ser coherentes en todos sus aspectos. Es asimismo fundamental que se defina claramente y se comunique sobre qué base se han hecho los cálculos de la tasa general de emisión de STP. Sólo una notificación correcta permitirá que se realice la necesaria armonización entre los resultados comunicados antes de compararlos.

En general las liberaciones a la atmósfera son las más difíciles de manejar, ya que el aire experimenta importantes cambios de volumen con la temperatura y la presión, y también varían en gran medida sus contenidos de humedad y oxígeno. Por ello se necesita que las concentraciones notificadas se atengan estrictamente a una norma común, por ejemplo ng de STP/m<sup>3</sup> de gas en seco a 0 °C, 101,3 kPa, 11% de O<sub>2</sub>. No importa qué norma se elija en la medida en que se mantenga su coherencia durante todas las operaciones de comparación de datos.

El siguiente ejemplo pone de manifiesto una correcta determinación de tasa anual de flujo de masa de STP; se supone que los datos del ejemplo pueden obtenerse de una fuente fidedigna y que están adecuadamente referidos a una fuente de combustión industrial existente que emite STP:

- Una concentración de STP medida de 3,5 ng/Nm<sup>3</sup> de gas de escape.
- Una tasa medida de flujo real de volumen de gas de escape de 462.929 de m<sup>3</sup>/h en carga completa.

- Una temperatura medida real de gas de escape de 180 °C, con una presión de 1028 mbar.
- Un contenido medido real de humedad de 20 vol. % y un contenido de O<sub>2</sub> de 13,5 vol. %
- Las condiciones normalizadas de informes son 1 Nm<sup>3</sup> de gas de escape seco a 0 °C, 101,3 kPa, 11% de O<sub>2</sub>.
- La fuente funciona con una carga del 100% durante 5600 h/a como promedio anual ponderado.

Este ejemplo muestra cómo se obtiene un número correspondiente a una concentración química, tal como se ha obtenido de un cuestionario/de una planta, se ha de convertir varias veces antes de que se pueda calcular la tasa de flujo de masa de una STP. El resultado final se presentará en g de STP/a, que representa la liberación anual de una determinada STP a partir de una fuente de combustión especificada. Primero, se calculará una tasa de volumen de flujo normalizada multiplicando la tasa real de flujo de gas x la parte seca x el factor de corrección de temperatura x el factor de corrección de presión x el factor de corrección de O<sub>2</sub>. Esto da:

$$462.929 \text{ m}^3/\text{h} \times (1-0,2) \times (273 \text{ K} / 273 \text{ K} + 180 \text{ K}) \times (1028/1013) \times (21-13,5/21 - 11) \\ = 462.929 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,8 \times 0,603 \times 1,015 \times 0,75 = 170.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

Segundo, el índice de flujo de masa anual de STP se calculará multiplicando la concentración normalizada de STP x la tasa de flujo normalizada x el número de horas de funcionamiento anual, lo que da:

$$3,5 \text{ ng} \times 10^{-9} \text{ g/ng} \times 1,7 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{h} \times 5,6 \times 10^3 \text{ h/a} = 333,2 \text{ g STP/a}$$

Debe advertirse que este ejemplo sólo muestra algunas de las correcciones que podrían ser necesarias en otros casos para que las unidades sean coherentes.

### Información para el procesamiento y evaluación de datos sobre liberación al agua

La concentración de STP en el agua se puede notificar o bien sobre la base de masa por volumen, por ejemplo mg/l, o bien sobre una base de masa por masa, por ejemplo mg/kg, o bien sobre una base volumen por volumen, por ejemplo ppm. Teniendo en cuenta que el agua líquida descargada siempre se encuentra en las condiciones ambientales o próxima a ellas, en las que un litro equivale a 1 kg, y mientras las unidades utilizadas por volumen y masa sean intercambiables, las tres bases de notificación se pueden considerar como idénticas. Para evitar confusiones sigue siendo aconsejable que todas las concentraciones se expresen en las mismas unidades. En el caso de las liberaciones al agua las unidades más frecuentemente utilizadas son ppm o mg/l (ambas son totalmente intercambiables en las condiciones ambientales).

El volumen o tasa de flujo de masa de efluente acuoso descargado deberá también notificarse en unidades coherentes con las presuntas concentraciones de STP. Siempre que éste sea el caso, las presuntas concentraciones de STP y la tasa de flujo de efluente se puede multiplicar directamente para obtener la deseada tasa de flujo de masa de STP por unidad de tiempo. También en este caso es muy de recomendar que se dé la cantidad de agua descargada sobre una base anual de manera que se tenga en cuenta la variabilidad operativa y/o estacional entre las distintas fuentes. Así se puede también calcular directamente la necesaria tasa de flujo de masa de g de STP/a. Debe advertirse que la variabilidad operativa y/o estacional puede ser considerablemente significativa y puede dar altos picos a corto plazo pese a unas tasas de liberación anual bastante bajas.

El siguiente ejemplo ilustra la correcta determinación de una tasa de flujo de masa anual de STP; se parte del supuesto de que los datos del ejemplo se obtienen de una fuente de información fidedigna y adecuadamente referida a una fuente existente que descarga agua de escorrentía agrícola contaminada con STP:

- Una concentración de STP medida de 3,5 ppt (= partes por billón =ng/kg en agua)
- Tasa de flujo de agua descargada medida directamente en 340.000 litros/h al flujo máximo.
- La fuente descarga durante 5600 h/a con un promedio anual ponderado de 50 % del flujo máximo.

Contrariamente al ejemplo de liberación al aire, los números del ejemplo, obtenidos para la determinación de la liberación anual de STP a partir de esta fuente existente de descarga de agua sólo han de multiplicarse correctamente para calcular la tasa de flujo de masa deseada de STP en g de STP/a. La compleja conversión que era necesaria en el ejemplo de liberación a la atmósfera en este caso se puede evitar ya que la descarga de agua se realiza en las condiciones ambientales y, por consiguiente, volumen y masa son prácticamente idénticos con respecto a las condiciones normalizadas.

Por consiguiente, para calcular la tasa anual de flujo de masa de STP basta con multiplicar la concentración de STP x la tasa de flujo de descarga de agua x las horas de funcionamiento al año x el promedio anual ponderado de flujo máximo.

$$3,5 \text{ ng/l} \times 10^{-9} \text{ g/ng} \times 3,4 \times 10^5 \text{ l/h} \times 5,6 \times 10^3 \text{ h/a} \times 0,5 = 333,2 \text{ g/a}$$

Debe advertirse que este ejemplo también muestra algunas de las correcciones que podrían ser necesarias en otros casos para que las unidades fuesen coherentes. El factor del flujo anual medio ponderado deberá examinarse con más detalle desde el punto de vista del impacto ambiental. En el caso del ejemplo elegido, es muy posible que el uso agrícola de plaguicidas con STP dé un flujo máximo sólo durante la estación de crecimiento, en la que se aplican los plaguicidas con STP. Esto podría significar que la totalidad del flujo de STP de 333,2 gramos se liberará durante un periodo de sólo 2800 horas al año, es decir menos de cuatro meses. El resultado es que durante un breve lapso de tiempo se alcanzan elevadísimos niveles ambientales lo que causará un considerable impacto ambiental. Por consiguiente el flujo anual de STP deberá investigarse con más detalle siempre que se notifique un bajo promedio anual ponderado, de manera que se puedan detectar posibles liberaciones elevadas y a corto plazo de STP.

### Información para el procesado y evaluación de datos sobre liberación a tierra

Cuando es la tierra la que actúa como fuente, la cuestión más crítica no es la cantidad de tierra contaminada descargada sino más bien la cantidad de STP liberados a partir de la tierra a la que se han descargado. Además esta cantidad de STP liberados depende en gran medida de las condiciones en las que se ha descargado la tierra contaminada por STP. Por ejemplo, en el caso de un suelo contaminado con STP hidrofóbicas descargadas a un terraplén, la liberación podría ser casi insignificante, mientras que si se trata de lodos contaminados con STP hidrofílicas descargados al océano, la liberación de STP podría aproximarse al 100%. Por consiguiente, la información necesaria para calcular las liberaciones de STP a partir de la tierra se relacionan sobre todo con las propias STP, la composición de la tierra y la vía de descarga, más que con las cantidades de tierra contaminada descargada y la concentración de STP contaminantes.

También en este caso la tasa de liberación debe expresarse en g de STP/a para poderla incorporar al inventario de la fuente. Por consiguiente, la importancia de una fuente se calculará de la misma

forma que si se tratase del agua. Las mismas simplificaciones son aplicables a la tierra, aunque la liberación de STP a partir de la tierra se produce en general hacia la atmósfera por medio de la evaporación y/o volatilización, al agua por medio de la lixiviación y a la tierra por medio de la lixiviación y/o la mezcla. Así, la determinación de la tasa correcta de liberación a partir de la tierra exige información detallada sobre cada caso.

Contrariamente a la mayor parte de las fuentes de aire y agua, las fuentes de tierra son fuentes secundarias que antes se contaminaron o en las que se concentraron las STP contaminantes que a partir de un determinado momento han empezado a liberarse. Por consiguiente muchas de las muestras de tierra no dan un flujo estacionario de liberación de STP sino más bien una cantidad absoluta referida a un determinado periodo de tiempo. Las fuentes de tierra tienden asimismo a presentar cambios constantes en la intensidad de la fuente dependiendo de las condiciones ambientales en que esas fuentes se mantienen. El viento, la temperatura y el clima, así como ciertas reacciones que se produzcan, pueden alterar constantemente las características de las fuentes de tierra. Por consiguiente, puede ser muy difícil hacer una cuantificación correcta de una fuente de tierra en el sentido que aquí se utiliza.

### Información para el procesado y evaluación de datos sobre liberaciones de desechos

El muestreo de desechos es sencillo en unos casos y muy difícil en otros. Si los desechos que han de muestrearse son suficientemente homogéneos, el procedimiento será sencillo y los resultados directamente comparables con los del muestreo del agua. La mayor parte de los residuos de combustión y también la de residuos de producción entran dentro de esa categoría. También los restos de productos de STP como los organometálicos y/o los plaguicidas y los residuos que contienen STP y que son considerados como desechos y han de ser evacuados, caen dentro de esta categoría. Por otra parte el muestreo de desechos que no son homogéneos, como los desechos municipales sólidos, los médicos y la mayor parte de los peligrosos, es muy difícil y comparable al muestreo de tierra. Por consiguiente se aplicarán las mismas restricciones y consideraciones.

Otro problema para determinar los desechos como fuente para un inventario de liberaciones de STP al medio ambiente es la gran variabilidad de la cantidad y composición de las distintas STP en los desechos. La mayor parte contienen toda una serie de diversas STP en cantidades variables. Esto, a su vez, da origen a dificultades para localizar una determinada corriente de desechos como fuente de una STP concreta. En la mayor parte de los casos una sola corriente de desechos es fuente de toda una serie de liberaciones de STP que varían en cantidad, tiempo y características. Las mismas limitaciones que se señalaron con respecto a la tierra se aplican a la liberación de STP al medio ambiente, que están influidas por los compartimientos ambientales a los que se libera la corriente de desechos, así como por el tipo de STP que contiene esa corriente. Contrariamente a lo que sucede con la tierra, los desechos son una fuente extraordinariamente abundante de liberaciones de STP y, por consiguiente, el problema es mucho más importante que en el caso de la tierra.

Esto lleva a la conclusión de que los desechos como fuente de STP merecen gran atención para incorporarlos correctamente a un inventario de fuentes de STP. Como esta sección se refiere sobre todo a desechos sólidos, las concentraciones de STP medidas y notificadas en los desechos suelen hacerse sobre una base de masa por masa. Al menos este factor hace que las cosas sean más fáciles que en el caso del aire. Pero de todas formas es preciso tener muchos cuidado ya que en la mayor parte de los desechos las concentraciones de STP no están uniformemente distribuidas. Pueden producirse variaciones de varios órdenes de magnitud dentro de un mismo lote de desechos y en lo que respecta a alguna de las STP. Por consiguiente es importante que los datos se acopien no sólo de muestras representativas sino también en cantidades estadísticamente significativas.

Debe advertirse que no toda la información reunida puede ser pertinente en todos los casos, dependiendo del tipo y de las propiedades físicas y químicas del desecho muestreado. En general puede decirse que cuanto menos homogéneo sea el desecho que se ha de muestrear más información se necesitará para obtener datos correctos para una estimación de las liberaciones de STP a partir de la fuente de desechos.

Dada la complejidad de la composición de los desechos es casi imposible dar un ejemplo representativo para la determinación de la tasa de liberación de STP a partir de una fuente de desechos. Por consiguiente, se ha elegido como ejemplo un pequeño terraplén de desechos sólidos industriales, ya que el terraplenado sigue siendo el método de evacuación de desechos más utilizado en el mundo entero. Se parte del supuesto de que los datos reunidos para la determinación de la liberación de STP a partir de un pequeño terraplén existente de desechos sólidos municipales se han obtenido de una fuente fidedigna y que están adecuadamente referenciados:

- Una concentración de STP representativa medida a  $0,35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de desecho, de la cual 1% se libera con cada 40 mm de lluvia.
- Las STP encontradas son muy hidrofílicas, el terraplén no cuenta con un sistema de recogida de lixiviado; el lixiviado del terraplén va a las aguas subterráneas.
- El volumen real de desechos en el terraplén es en la actualidad de  $500.000 \text{ m}^3$ ; cada año se agregan  $50.000 \text{ m}^3$ ; el terraplén se inició hace 10 años.
- El terraplén cubre un área de unos  $20.000 \text{ m}^2$ , que están abiertos a la lluvia.
- La pluviosidad anual media es de unos 2.000 mm, uniformemente distribuidos a lo largo del año.

Sobre la base de la tasa de liberación notificada de 1% por 40 mm de pluviosidad, todas las STP contenidas en un  $1 \text{ m}^3$  de desechos se liberan en dos años, de acuerdo con  $(2.000/40) \times 1\% = 50\%/a$ . Por consiguiente la situación estable en la liberación de STP se alcanzó tras el segundo año, cuando en el terraplén se encontraba aún el 50% de las STP de los primeros  $50.000 \text{ m}^3$  de desechos y los segundos  $50.000 \text{ m}^3$  de los desechos en el terraplén en el segundo año provocaron también una liberación del 50% del total de STP. En otras palabras, aunque cada año sólo se libera el 50% de las STP que entran, también se libera el 50% de las STP contenidas en los desechos vertidos al terraplén un año antes, de manera que la liberación real en situación estable de STP equivale al 100% de las cantidades de STP que van entrando. Por consiguiente, la tasa de liberación se puede calcular de la siguiente manera:

$$5 \times 10^5 \text{ m}^3/a \times 0,35 \mu\text{g STP}/\text{m}^3 \times 10^{-6} \text{ g}/\mu\text{g} = 0,175 \text{ g STP}/a$$

Esta cantidad da en el lixiviado del terraplén una concentración bastante constante de STP:

$$0,175 \text{ g}/(2.000 \text{ mm} \times 20.000 \text{ m}^2) = 437,5 \text{ ng STP}/\text{m}^3 \text{ de lixiviado}$$

Debe advertirse que este ejemplo sólo muestra algunos de los cálculos que pueden ser necesarios en otros casos para determinar correctamente la tasa anual de liberación de STP. Como ya se ha dicho antes, será preciso investigar caso por caso. La cuidadosa evaluación de los datos facilitados es la primera e inevitable etapa para determinar si los datos son suficientes y correctos para el cálculo de la tasa anual de liberación de STP a partir de una determinada fuente.

## Información para el procesado y evaluación de datos sobre liberación a partir de productos

En la mayor parte de los casos, la determinación de la tasa anual de liberación se puede hacer directamente a partir de los datos obtenidos. Así, no se considera necesario dar un ejemplo, al igual que se hizo con las liberaciones de STP a algunos otros compartimientos ambientales.

Separadamente deben señalarse los datos reunidos sobre acumulaciones y reservorios existentes de STP que, aunque inactivos, podrían constituir fuentes de futuras liberaciones. Pero toda actividad ulterior necesita una evaluación específica del lugar y deberá asimismo ser remitida a los responsables políticos nacionales para que adopten una decisión en cuanto al procedimiento. Si la calidad y la cantidad de los datos permiten que se haga una recomendación, el equipo regional ofrecerá a los responsables políticos nacionales un asesoramiento de expertos para facilitar la decisión. En ciertos casos, los cúmulos y/o reservorios de STP pueden incluso justificar posibles intervenciones prioritarias futuras de FMAM.

## 6.2. Concentraciones ambientales

Para cumplir los objetivos del proyecto será preciso reunir y cotejar de forma coherente y normalizada toda la información obtenida mediante el acopio de datos.

Se recomienda que la información sobre concentraciones ambientales se recoja en todos los países de la región para cada uno de los compartimientos del medio ambiente. Para ello se pueden seguir varias etapas considerando las siguientes orientaciones:

- Etapa 1: Reunir los datos resumidos para la región
- Etapa 2: Comparar las series de datos que son inmediatamente comparables
- Etapa 3: Estudiar si es posible dar a los datos un formato comparable, a poder ser para un cálculo preciso o, si no, una estimación
- Etapa 4: Formas de hacer comparaciones
- Etapa 5: Evaluación

Cuando los datos son detallados y suficientemente firmes en lo que se refiere a determinados compartimientos ambientales, se podrán procesar para darles un formato comparable.

### Etapa 1 – Resumen y agrupación de datos básicos

Una evaluación básica requiere que los estudios de cada sección se agrupen, a ser posible de acuerdo con las siguientes directrices:

1. por grupos químicos (de manera que la primera clasificación sea química)
2. de acuerdo con el medio ambiente (de manera que se reúnan todos los datos relativos al suelo)
3. por objetivos de la encuesta (de manera que se agrupen todas las encuestas básicas, etc.)

En cuadro 24 muestra un ejemplo que ilustra unos estudios sobre dioxinas y furanos en el suelo de un determinado país agrupando los estudios por objetivos químicos y de vigilancia. Los resultados se incluyen tal como se reciben y se trata de convertirlos en las unidades elegidas para las comparaciones que figuran en la última columna (véanse las últimas etapas).

Cuadro 24: Ejemplo de matriz de resultados para concentraciones de dioxinas y furanos en el suelo

País	Tipo de estudio y geografía, periodo de referencia	Resultados y unidades recibidas	Resultados en unidades elegidas (p.ej. pg de EQT/kg de pc en seco)
XXX	Encuesta básica, 1990	2-50 de EQT pg/g pc seco	Se calcula si el estudio da información suficiente
	Encuesta básica	1-75 ppt EQT pc seco	
YYY	Encuesta básica	12 pg de EQT/kg	12 pg de EQT/kg
XXX	Sitio contaminado	10000 pg/g de pc seco total de dioxinas	Se calcula si existe un factor de conversión razonable sobre el total de EQT para sitios similares
YYY	Sitio contaminado	200-20.000 pg/g de pc seco total de dioxinas	

### Etapa 2 – Comparaciones iniciales de datos

Los resultados de los estudios se reúnen agrupados por países y tipos de estudio. De esta forma sólo se agrupan encuestas con fines y objetivos compatibles y es posible comparar información y datos. Los datos se incluyen directamente en la columna de comparación en las unidades elegidas y sobre la base preferida si se presentan de esta forma.

### Etapa 3 – Base común de notificación – Procesamiento de los datos

Si se dispone de suficientes metadatos, las series de datos se procesarán para transformar los resultados en unidades de una serie común.

Las unidades preferidas y la base de notificación se discutirán y acordarán en el nivel regional/global para cada medio ambiente y cada sustancia química, por ejemplo sobre una base de peso en seco o sobre una base de peso de grasa. Es muy de recomendar que se establezca un cuadro con las unidades preferidas recomendadas para cada uno de los medios ambientes y cada una de las sustancias químicas. Las unidades del cuadro 25 son solamente ejemplos y no recomendaciones.

Cuadro 25: Cuadro ejemplar de unidades elegidas  
EQT = equivalente de toxicidad, s.s. = sustancia seca

Sustancia química	Conveniencia de notificación	Suelo/sedimento	Aire ambiente	Agua
Plaguicida		mg/kg s.s.	mg/m <sup>3</sup>	ng/L
PCB	Total de PCB	mg/kg s.s.	ng/m <sup>3</sup> a 25 °C	ng/L
Dioxinas y furanos	EQT	ng de EQT/ kg s.s.	fg EQT/m <sup>3</sup>	fg EQT/L

Además será preciso preparar orientaciones sobre la mejor manera de presentar la información sobre concentraciones químicas, por ejemplo como 100% de COP para plaguicidas o PCB total, etc., para mezclas complejas. En ciertos casos la información no será suficiente para que los datos se puedan convertir con exactitud al formato elegido. En esos casos se verá la posibilidad de realizar una estimación. Por ejemplo, el resultado de un análisis de PCB se puede notificar como la suma de seis congéneres (28, 52, 101, 138, 153, 180) y la medida preferida puede ser PCB total. Una correlación muy utilizada es la de que la suma de los seis congéneres representa aproximadamente el 20% de la masa total de PCB y se podría hacer una amplia aproximación al total de PCB pero teniendo en cuenta que esto sólo es cierto cuando se consideran mezclas técnicas. Convendría preparar nuevas orientaciones al respecto.

#### Etapa 4 – Rellenar lagunas, estimar datos y realizar comparaciones

Entre las comparaciones básicas se puede incluir la de la contaminación general de base en distintos medios ambientales en distintos países de la región.

- Información sobre tendencias en el tiempo cuando se dispone de datos para un mismo sitio y durante un cierto lapso de tiempo
- Cobertura general de una región
- Lugares peligrosos y niveles en sitios contaminados
- Niveles en el medio ambiente próximos a extensiones comunes de agua

En esta fase se encontrarán lugares en los que se puedan identificar con claridad lagunas en las series de datos. En ciertos casos se podrá intentar rellenar algunas de esas lagunas. Por ejemplo, ampliando la comparación para comparar muestras de vegetación que no son idénticas pero que tienen características similares. También se podrán deducir niveles de ciertos contaminantes aunque los datos analíticos no estén disponibles en la forma elegida, tal vez realizando una conversión del total de PCB a niveles de cada congénere por analogía con series de datos similares procedentes de otros lugares. Todas estas estimaciones o conversiones deberán señalarse con claridad y estarán sometidas a revisión. Las tendencias en el tiempo o las tendencias geográficas de los datos deben poderse percibir con claridad. Estos datos se podrán utilizar para realizar estimaciones de datos faltantes tomando debidamente en consideración la posibilidad de datos imprevistos. Así, por ejemplo, si se observan tendencias en niveles ambientales, habrá de tenerse en cuenta el conocimiento sobre fuentes al evaluar si cabe esperar que los niveles de un sector faltante vayan a atenerse a la misma tendencia de las zonas vecinas.

#### Etapa 5 – Evaluación

Las exposiciones detalladas para la realización de evaluaciones de la información sobre nivel ambiental deberán relacionarse con otras informaciones correspondientes a fuentes, evaluación de impacto ambiental y factores regionales.

La primera parte de la fase de evaluación tiene dos objetivos:

- Evaluar la proporción y la calidad de cobertura de los datos
- Estudiar las implicaciones de los datos: comparar los datos sobre concentraciones ambientales con los niveles de acción establecidos y con los que se encuentran en otros lugares y regiones

Durante este proceso se preparará un claro listado de datos faltantes. La relativa importancia de esas lagunas de datos no se podrá determinar hasta que se pueda consultar información adicional. Por ejemplo, la falta de datos acerca de una determinada sustancia química puede no ser crítica si una buena fuente de datos muestra que en la región no hay fuentes significativas.

### 6.3. Impactos ambientales

Como primer paso para dar apoyo al procedimiento de evaluación será útil transformar todos los datos sobre efectos en unidades uniformes. Dada la elevada potencia de dioxinas y furanos, no convendrá utilizar las mismas unidades que para otras sustancias y, por consiguiente, se recomienda el uso de unidades particulares para dioxinas y furanos. El siguiente cuadro da ejemplos de unidades preferidas para expresar los resultados de ciertos estudios sobre efectos. Adviértase que para evitar confusiones, se dan en su forma completa microgramos/L. La letra griega comúnmente utilizada para los micro se pierde con frecuencia en la transferencia electrónica de documentos. Por otra parte, en ciertas regiones no se detecta la diferencia entre mili ( $10^{-3}$ ) y micro ( $10^{-6}$ ), lo que provoca importantes errores en la interpretación de los datos.

*Cuadro 26: Unidades preferidas*

Toxicidad	Medida	Unidad preferida	
		generalmente	para dioxinas y furanos
Toxicidad oral aguda en mamíferos y aves	DL <sub>50</sub> , DE <sub>50</sub>	mg/kg pc	microg/kg pc
Toxicidad aguda en organismo acuáticos	CL <sub>50</sub> , CE <sub>50</sub>	microg/l	ng/L
Efectos a largo plazo en mamíferos y aves	NSEO/CSEAO	mg/kgpc/día	microg/kgpc/día
Efectos a largo plazo en organismos acuáticos	CSEO/CSEAO	microg/L	ng/L

En muchos estudios se dan alimentos contaminados a organismos de prueba y los resultados se expresan por referencia a la concentración en el alimento de la sustancia ensayada. Esta información es útil y debe notificarse, pero si se conoce la ingesta de alimentos o esta se puede obtener a partir del informe del estudio, también deberá ser comunicada en el proyecto del FMAM, de manera que pueda calcularse la ingesta de la sustancia como tal sobre una base de peso/peso.

Se reunirán los datos correspondientes a una misma especie o especies similares. También es conveniente agrupar datos de distintos organismos según su posición en la cadena alimentaria o en la red alimentaria, por ejemplo productores y consumidores en la cumbre. Tienen particular interés los datos sobre efectos ambientales obtenidos en estudios de campo en la región, pero, al igual que con respecto a otros tipos de datos de campo, es esencial saber las condiciones exactas, incluida la justificación del estudio.

#### Evaluaciones existentes

Para obtener una medida cuantitativa lo más precisa posible de los riesgos ambientales y sobre la salud resultantes del uso de una sustancia química, podrá realizarse una evaluación general de riesgo. En este procedimiento se comparan exposiciones medidas o estimadas con concentraciones "inocuas" o sin efecto de la sustancia investigada. Las evaluaciones completas de riesgo exigen

importantísimos recursos y, en general, están fuera del ámbito de la evaluación regional. De todas formas pueden emplearse en la mayor medida posible las informaciones disponibles de anteriores evaluaciones, teniendo siempre en cuenta que con frecuencia las evaluaciones de riesgo son específicas de lugar y de situación. En una revisión especial (véase el cuadro 27) el Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas (IPCS) ha evaluado los 12 COP del PNUMA, y también se han publicado otras varias evaluaciones de STP. También en la página de bienvenida del PNUMA dedicada a los COP (<http://www.chem.unep.ch/pops>) se incluyen evaluaciones de los 12 COP y de otras STP.

Productos Químicos, PNUMA, ha publicado una revisión general de fuentes internacionales y nacionales de información de todo tipo sobre COP, incluidas evaluaciones publicadas de peligros y riesgos.

La base bibliográfica de datos Riskline (<http://www.kemi.se/default.cfm?page=kemdatbas.htm>) contiene información actualizada sobre las evaluaciones de peligros y riesgos de sustancias químicas. El PNUMA y ECETOC han publicado conjuntamente una revisión general de las sustancias químicas que han sido evaluadas (ECETOC/UNEP, "Inventory of Critical Reviews on Chemical", agosto de 1996). El sistema integrado de información sobre riesgos (IRIS) es una base de datos de la EPA de los Estados Unidos que contiene posiciones de consenso científico sobre los efectos que sobre la salud humana puede tener la exposición crónica a sustancias químicas en el medio ambiente (<http://www.epa.gov/iris>).

### Metodología propuesta para la evaluación de impactos ambientales

Para obtener el resultado que se espera del proyecto del FMAM, se propone el siguiente procedimiento general aplicable a cada sustancia o mezcla de sustancias.

#### Reunir los conocimientos existentes

Los datos medidos descriptivos de las concentraciones de STP en el ambiente biótico o abiótico constituyen la base de la evaluación de impactos ambientales. Cuando estos datos se han obtenido mediante programas de vigilancia no siempre pueden encontrarse en las publicaciones disponibles. En general, los programas de vigilancia informan al gobierno o algún órgano gubernamental, pero es frecuente que los resultados no se pongan a disposición del más amplio auditorio o de la comunidad científica en general. El procedimiento de acopiar datos medidos existentes sobre concentraciones ambientales se describe en la sección 5.2 del presente informe, mientras que el manejo de los datos se describe en la sección 6.2.

Es difícil que pueda disponerse de suficientes datos sobre concentración ambiental, pues los análisis son costosos, y es frecuente que no se disponga en absoluto de ningún dato medido. Si se conocen los volúmenes de producción/uso y las características de una sustancia hay bastantes posibilidades de predecir la distribución de un producto químico en el medio ambiente. El procedimiento para reunir la información sobre fuentes y emisiones se describe en la sección 5.1 de este informe. Deberán seleccionarse modelos que permitan predecir concentraciones ambientales, que serán utilizados por personas que tengan suficiente experiencia en el campo.

Tienen gran interés todos los estudios sobre efectos que se hayan realizado dentro de la región, pues con toda probabilidad se habrán basado en las condiciones y las especies que interesan en la región.

Deberán consultarse los documentos disponibles sobre evaluaciones de peligros y riesgos de las sustancias. Será preciso tener en cuenta las condiciones particulares de la región, ya que el comportamiento y destino de las sustancias pueden ser distintos según las condiciones en las que se

hagan las evaluaciones de peligros y riesgos. La información más importante que puede obtenerse de anteriores evaluaciones de peligros y riesgos de una sustancia es:

- su efecto crítico
- la concentración sin efecto adverso observable (CSEAO) o la menor concentración con efecto (MCCE)
- el tipo de organismo
- las características de exposición, como magnitud, duración, características y vías

Las propiedades inherentes de las sustancias químicas estudiadas son las mismas en todo el mundo. Pero los efectos de un determinado producto químico pueden diferir de unas regiones a otras a causa de factores externos, como el pH, que pueden influir espectacularmente sobre la acción de ciertas sustancias químicas.

### Transferir a la región de que se trate los conocimientos existentes

La distribución de las sustancias puede ser distinta a causa de varios factores, como el clima, o el volumen y características del uso. Es importante saber como se distribuyen las emisiones y qué efectos van a tener sobre la situación de la exposición. Deberán reunirse los conocimientos existentes sobre las principales zonas de exposición aledañas a los puntos de producción o uso. Deberán identificarse los organismos que quedan más expuestos. Deberá asimismo conocerse la importancia cuantitativa de la exposición humana.

Si no existen datos medidos para un medio crítico o un presunto lugar peligroso, convendrá identificar a alguien que tenga pericia particular para aplicar modelos al cálculo de las concentraciones en lugares específicos.

La exposición será distinta en las diferentes regiones y lo mismo pasará con la distribución entre los compartimientos ambientales. El proyecto global brindará una oportunidad inigualada para ver como las distintas condiciones influyen sobre la exposición a este tipo de sustancias químicas.

### Comparaciones entre la situación en la región y evaluaciones existentes

El equipo regional evaluará la situación en la región basándose en los datos de exposición reunidos y en los datos sobre efectos producidos en la región y/o hallados en evaluaciones anteriores. La relación entre nivel de exposición y nivel sin efecto dará una indicación del riesgo potencial. Habrá de tenerse en cuenta la incertidumbre en cuanto a los niveles con efecto y con frecuencia se aplican factores de seguridad para, por ejemplo, extrapolar entre especies y tomar en consideración variaciones entre individuos. También es posible que anteriores evaluaciones de peligros y riesgos hayan identificado niveles seguros, por ejemplo una ingesta diaria admisible (IDA). Se proponen IDA para ciertas sustancias dentro del marco FAO/OMS (<http://jecfa.ilsa.org>).

En los cálculos sobre exposición, el factor crítico es la dosis que llega al órgano objetivo del organismo afectado, pero este dato no siempre se conoce. Por consiguiente, con frecuencia la exposición es una medida de como se dosifica la sustancia química en las pruebas utilizadas para determinar los efectos, por ejemplo, concentración en el agua en estudios de toxicidad para los peces o ingesta de kg de peso corporal y día en estudios con mamíferos. A partir de la información existente se pueden calcular las concentraciones ambientales críticas de las sustancia en distintos medios ambientales.

Como varias STP son mezclas complejas de sustancias distintas, y la composición de las mezclas va a introducir cambios en el medio ambiente, será difícil describir el verdadero efecto ambiental. Pero no existe ningún método que permita determinar las "composiciones ambientales" y la mayor parte de las comparaciones se hacen con la composición de los productos comerciales. En el caso de algunas mezclas, por ejemplo dioxinas/furanos y PCB, se pueden determinar los componentes individuales y a continuación sumar por lo menos algunos de sus efectos (véase la sección 7.1).

El dato más interesante que puede deducirse de los estudios sobre efectos es la concentración sin efecto adverso observable (CSEAO) obtenida del estudio más importante. A partir de este dato puede calcularse una concentración presuntamente sin efecto en el compartimiento ambiental. En este cálculo se incluyen normalmente factores de seguridad, por ejemplo para tener en cuenta las variaciones en la sensibilidad individual (x 10) y la extrapolación entre distintas especies (x10).

Comparando las concentraciones ambientales previstas o medidas en un determinado compartimiento y la concentración sin efecto en ese mismo compartimiento puede obtenerse una medida del riesgo:

Estimación de riesgo = concentración ambiental (medida o prevista)/concentración sin efecto

Si esta relación es considerablemente inferior a uno, normalmente se acepta el riesgo, pero si es superior a uno el margen de seguridad disminuye y en general se considera que hay motivos de inquietud.

Por consiguiente, utilizando los datos de exposición tomados directamente en la región, puede compararse la situación del lugar con el resultado de evaluaciones anteriormente realizadas. Si no se han introducido correcciones para tener en cuenta la distinta sensibilidad en la región, esta comparación se hará sólo entre las concentraciones ambientales medidas o previstas y los niveles sin efecto en un medio crítico. De esta forma se obtiene una estimación del riesgo que podría utilizarse para el establecimiento de prioridades en la región y para realizar comparaciones dentro y entre las regiones.

### Valores de guía para STP

Los resultados de una evaluación de una sustancia química pueden constituir valores de guía que describan un nivel de seguridad en un determinado medio. Podría tratarse, por ejemplo, de una IDA para seres humanos o de una concentración en sedimentos a partir de las cuales deberá adoptarse algún tipo de medidas. Esos datos son con frecuencia útiles para la evaluación de una situación dada y pueden asimismo servir para la evaluación regional en el marco del proyecto FMAM. Es importante tener en cuenta qué es lo que se supone que el valor de guía va a proteger y qué tipo de acción exigiría un nivel superior al del valor de guía.

Los valores de guía pueden ser globales, regionales, nacionales o incluso locales. En general son difíciles de recuperar fuera del área a la que se supone que van a proteger. En el anexo se dan algunos ejemplos de valores de guía globales a nacionales. También en la bibliografía se dan algunas direcciones de Internet de lugares donde se puede hallar este tipo de información, si bien la lista no es ni mucho menos completa. Para agregar más eslabones a esta lista convendrá que los equipos regionales combinen sus conocimientos desde el comienzo del proyecto del FMAM.

## 7. Anexo: Información específica de sustancia sobre determinadas STP

### 7.1 Los doce COP del PNUMA

Las actuales negociaciones en curso para un tratado sobre los COP se centran en doce STP que son sustancias o grupos de sustancias. Todas ellas están bien estudiadas y existen varios documentos de evaluación de riesgos, por ejemplo los documentos sobre criterios ambientales y de salud (EHC) del Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas (IPCS). En el cuadro 27 se enumeran los documentos pertinentes EHC.

*Cuadro 27: Documentos EHC sobre los COP prioritarios*

Sustancia química	CAS#	Título EHC	EHC #	Año publ.
Aldrina	309-00-2	Aldrina y dieldrina	91	1989
Clordano	57-74-9	Clordano	34	1984
DDT	50-29-3	DDT y sus derivados	9	1979
		DDT y sus derivados – Aspectos ambientales	83	1989
Diieldrina	60-57-1	Aldrina y diieldrina	91	1989
Dioxinas	Varias	Dibenzo-p-dioxinas y dibenzofuranos policlorados	88	1989
Endrina	72-20-8	Endrina	130	1992
Furanos	Varios	Dibenzo-p-dioxinas y dibenzofuranos policlorados	88	1989
Heptacloro	76-44-8	Heptacloro	38	1984
Hexaclorobenzeno	118-74-1	Hexaclorobenzeno	195	1998
Mirex	2385-85-5	Mirex	44	1984
Bifenilos policlorados	Varios	Bifenilos y trifenilos policlorados	140	1993
Toxafeno	8001-35-2	Camphechlor	45	1984

Algunos de estos EHC tienen ya más de 15 años y es preciso tener en cuenta otros datos más recientes. En las siguientes páginas se dan breves resúmenes de algunos datos importantes relativos a la "sucia docena".

#### Aldrina y Diieldrina

La aldrina se convierte fácilmente en diieldrina en el medio ambiente y, por consiguiente, ambas sustancias se describirán conjuntamente. Estas plaguicidas se han utilizado sobre todo para la lucha contra numerosas plagas del suelo y para el tratamiento de semillas. Incluso si una parte de las sustancias se pierde por evaporación y en la escorrentía, la mayor parte de la dosis aplicada

permanece en el suelo. En climas templados, durante el primer año después de la aplicación al suelo, se pierden unas tres cuartas partes de la aldrina. La dieldrina se pierde rápidamente a partir del suelo en las áreas tropicales, hasta el 90% en un mes, mientras que la media vida en suelos templados es de 5 años aproximadamente.

Tanto la aldrina como la dieldrina se absorben fácilmente por vía oral, a través de la piel y por la respiración en seres humanos y en animales. Los factores de bioconcentración en peces enteros superan los 10.000 y en lombrices de tierra puede ser hasta de 170.

Aldrina y dieldrina apenas son tóxicas para los microorganismos del suelo pero son extraordinariamente tóxicas para los crustáceos acuáticos, con unos valores de  $CL_{50}$  inferiores a  $50\mu\text{g/L}$ . Los invertebrados acuáticos más susceptibles son las fases larvianas de los insectos, que muestran una  $CL_{50}$  de  $0,5\text{-}39\mu\text{g/L}$  para la dieldrina y de  $1,3\text{-}180\mu\text{g/L}$  para la aldrina. Además ambas sustancias tienen una elevada toxicidad aguda para los peces, con  $CL_{50}$  situadas entre  $2,2$  y  $53\mu\text{g/L}$  para la aldrina y entre  $1,1$  y  $41$  para la dieldrina.

Es muy escaso el número de informes sobre poblaciones de mamíferos afectadas por la dieldrina; uno se refiere al caso de semillas tratadas con dieldrina que mataron a pequeños mamíferos y otro menciona el de murciélagos muertos por la dieldrina utilizada como conservadora de la madera.

Aldrina y dieldrina son muy tóxicas para el ser humano. La mínima dosis fatal se ha calculado en  $10\text{ mg/kg pc}$ . La anterior clasificación de la EPA de los Estados Unidos de ambas sustancias es como "probable carcinógeno humano", que después tras una reevaluación se ha cambiado a "probablemente no carcinógeno para el ser humano" (D. E. Stevenson, E. F. Walborg, Jr. North, R. I. Sielken, Jr. C. E. Ross, A. S. Wright, Y. Xu, L. M. Kamendulis, y J. E. Klauning. Monograph: reassessment of human cancer risk of aldrin/dieldrin. *Toxico.Lett* 109 (3):123-186,1999).

Se han publicado criterios para la calidad del agua (CCA) que para la aldrina se sitúan entre  $0,0001$  y  $0,18\mu\text{g/L}$ , y para la dieldrina entre  $0,0001$  y  $0,018\mu\text{g/L}$ .

Los límites máximos de residuos de aldrina y dieldrina en los alimentos recomendados por la FAO/OMS varían entre  $0,006\text{ mg/kg}$  de grasa de leche y  $0,2\text{ mg/kg}$  de grasa de carne.

### Clordano

El clordano es una mezcla de un mínimo de 23 sustancias distintas entre las que destacan como principales componentes heptacloro, alfa y gamma clordano y trans – nonaclor (con frecuencia para el producto técnico se utiliza el CAS #12789-03-6, en lugar de 57-74-9). El clordano se ha utilizado como insecticida en cultivos agrícolas y para la lucha extensiva contra termitas.

El clordano es muy persistente en el suelo, donde tiene una media vida de unos 4 años. Aunque el clordano se liga a las partículas del suelo, las sustancias que lo componen se han hallado en aguas subterráneas, sobre todo cuando se aplica a suelos arenosos.

La toxicidad aguda de clordano para los mamíferos es moderada, con una  $DL_{50}$  en la rata de  $200\text{-}590\text{ mg/kg}$  de peso corporal. Uno de los metabolitos, oxiclordano, es más tóxico, pues la  $DL_{50}$  en la rata desciende a  $19\text{ mg/kg}$  de peso corporal. El CIIC ha clasificado el clordano como posible carcinógeno para el ser humano.

En las aves el clordano tiene una toxicidad moderada, con una de  $DL_{50}$  para la codorniz de  $83\text{ mg/kg}$ , pero en cambio muy elevada para invertebrados y peces de agua dulce. Se han notificado

CL<sub>50</sub> entre 0,4 µg/L (gamba rosa) y 90 µg/L (trucha arco iris). Además, el clordano es altamente tóxico para abejas y lombrices de tierra.

En los criterios sobre calidad del agua publicados, al clordano se le da un límite de 0,0015 a 0,006 µg/L. Los límites máximos de residuos en los alimentos, según FAO/OMS, se sitúan entre 0,002 mg/kg de grasa de leche y 0,5 mg/kg de grasa de ave.

### DDT

Los productos de DDT técnico contienen sobre todo p, p' -DDT, pero también un 15% aproximadamente de o, p' -DDT. El producto se utiliza como insecticida y en el medio ambiente se metaboliza sobre todo a DDT y DDE. Este último es con frecuencia la principal sustancia que se encuentra en la biota. Las concentraciones notificadas se expresan con frecuencia como DDT "total", que normalmente incluyen p, p' -isómeros de DDT, DDD y DDE.

Las sustancias de DDT son muy persistentes en suelos donde presentan media vidas de 10 a 15 años. La bioconcentración en peces es elevada, por ejemplo de 51000 en la trucha arco iris y de 154000 en el pequeño pez de agua dulce *Phoxinus phoxinus*.

Muchos organismos acuáticos son muy sensibles al DDT. El crecimiento de las algas verdes y la fotosíntesis ya se inhiben a concentraciones de 0,1 µg/L, ya 0,3 µg/L algunos invertebrados experimentan problemas de reproducción, desarrollo y neurológicos.

También la toxicidad aguda del DDT es elevada en invertebrados acuáticos y concentraciones de sólo 0,3 µg/L causan, por ejemplo, trastornos en la reproducción y el desarrollo. Se ha notificado para la perca americana una CL<sub>50</sub> de 1,5 µg/L, mientras que la del guppy es más elevada, de 56 µg/L. La carpa dorada expuesta a 1 µg/L da signos de hiperactividad. Se han comunicado efectos sobre la eclosión de huevos de salmón con las concentraciones de DDT (1 ng/L) que se encuentran en el agua del lago Michigan.

Concentraciones de residuos de > 2,4 mg/kg en huevos del lenguado de invierno provocan anomalías embrionarias en el laboratorio y se han observado residuos comparables en relación con la destrucción de los huevos de trucha de lago en la naturaleza.

El DDT y sus metabolitos pueden reducir la tasa de reproducción en aves, causando un adelgazamiento de la cáscara de los huevos y muerte de los embriones. La mínima concentración de DDT con la dieta que ha causado adelgazamiento de las cáscaras era de 0,6 mg/kg para el pato negro.

Los niveles máximos de residuos en los alimentos recomendados por OMS/FAO van de 0,02 mg/kg de grasa de leche a 5 mg/kg de grasa de carne.

### Dioxinas y furanos

Los términos dioxinas y furanos se utilizan para describir dos grupos de sustancias con propiedades similares, las dibenzo-p-dioxinas policloradas y los dibenzofuranos policlorados. Estos grupos contienen 75 y 135 congéneres respectivamente, pero sólo 17 se consideran como muy tóxicos. Como las 17 sustancias actúan por un mismo mecanismo, puede calcularse su actividad total esperable. Se han calculado unos factores de equivalencia de toxicidad (FET) que describen la potencia de cada una de las sustancias en relación con la más tóxica de ellas (2,3,7,8-TCDD) y que se usan para convertir las concentraciones de los congéneres tóxicos en la correspondiente concentración de TCDD (EQT). A continuación, la suma de esos EQT se utiliza para describir la

"toxicidad de dioxina" de la muestra. En la actualidad para asignar FET se utilizan internacionalmente dos sistemas. El más reciente es el que presenta el cuadro 28. Cuando se describa la toxicidad de la dioxina en EQT, deberá hacerse referencia al sistema utilizado.

*Cuadro 28: FET de la OMS para la evaluación del riesgo humano basada en las conclusiones de la reunión de Estocolmo, Suecia, 15-18 de junio de 1997 (Berg M. van den, L. Birnbaum, A. T. C. Bosveld, B. Brumstrom, P. Cook, M. Feeley, J. P. Giesy, A. Hanberg, R. Hasegawa, S. W. Kennedy, T. Kubiak, J. C. Larsen, F. X. van Leeuwen, A. K. Liem, C. Nolt, R. E. Peterson, L. Poellinger, S. Safe, D. Schrenk, D. Tillitt, M. Tyshlind, M. Younes, F. Waern, and T. Zacharewski. Toxic equivalency factors (TEF) for PCB, PCDD, and PCBF for humans and wildlife. Environ. Health Perspect. 106 (12): 775-792, 1998)*

Congénere	FET (OMS)	Congénere	FET (OMS)
<u>Dibenzo-p-dioxinas</u>		<u>No-orto-PCB</u>	
2,3,7,8-TeCDD	1	PCB 77	0,0001
1,2,3,7,8-PnCDD	1	PCB81	0,0001
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,1	PCB 126	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,1	PCB 169	0,01
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,1		
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,01	<u>Mono-orto-PCB</u>	
OCDD	0,0001	PCB 105	0,0001
		PCB 114	0,0005
<u>Dibenzofuranos</u>		PCB 118	0,0001
2,3,7,8-TeCDF	0,1	PCB 123	0,0001
1,2,3,7,8-PeCDF	0,05	PCB 156	0,0005
2,3,4,7,8-PeCDF	0,5	PCB 157	0,0005
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,1	PCB 167	0,00001
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,1	PCB 189	0,0001
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,1		
2,3,4,6,7,8-HxDF	0,1		
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,1		
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,01		
OCDF	0,0001		

También se ha tratado de obtener FET para los distintos tipos de respuesta de especies que no sean de mamíferos.

Las dioxinas y los furanos no se fabrican expresamente sino que se forman como subproductos indeseables en varias preparaciones de plaguicidas y clorofenol. Además, dioxinas y furanos se forman en procesos de combustión y se ha observado que la incineración de desechos municipales es una de las principales fuentes de dioxinas para el medio ambiente.

La toxicidad aguda de las dioxinas depende en gran medida de las especies de que se trate; la correspondiente a las TCDD es una  $DL_{50}$  por vía oral de 0,6 microg/kg de peso corporal en el cobaya y de 5051 microg/kg de peso corporal en el hámster de Siria.

Se han hecho numerosos estudios toxicológicos sobre dioxinas, furanos (y PCB coplanar, véase después) y se han observado multitud de efectos. En el mono rhesus se han observado efectos neurotóxicos y hormonales a dosis de solamente 0,16 ng/kg de pc/día. Se han encontrado efectos sobre el sistema inmunitario del ratón con dosis de 10ng/kg de pc/día, mientras que en el mono rhesus se han visto efectos sobre la reproducción con 1-2 ng/kg de pc/día. En las ratas se han hallado efectos bioquímicos hasta con 0,1 ng/kg de pc/día.

En una reevaluación de la IDT para dioxinas, furanos (y PCB plana), la OMS ha decidido recomendar unos límites de 1-4 EQT de pg/kg pc.

### Endrina

La endrina se utiliza como insecticida en la agricultura, especialmente sobre algodón, arroz, caña de azúcar y maíz. Se utiliza asimismo como rodenticida.

La endrina es muy tóxica para peces, invertebrados acuáticos y fitoplancton, con valores de  $CL_{50}$  casi siempre inferiores a 1 microg/L. El nivel mínimo con efecto observable en una prueba de ciclo biológico con cierta especie de gamba se pudo establecer en 30 ng/L.

La  $DL_{50}$  oral de la endrina en animales de laboratorio oscila entre 3 y 43 mg/kg de pc. La toxicidad a largo plazo en las ratas se ha estudiado durante dos años y se ha hallado una concentración sin efecto de 0,05 mg/kg de pc/día.

Varios metabolitos de endrina poseen una toxicidad aguda igual o superior a la de la sustancia madre. La 12 – cetoendrina tiene una toxicidad aguda en ratas de 0,8-1,1 mg/kg de pc.

### Heptacloro

El heptacloro se ha utilizado sobre todo en el suelo, contra insectos y termitas. Se ha utilizado también contra insectos del algodón, saltamontes y mosquitos del paludismo. La epoxidación es una importante vía metabólica que conduce al epóxido de heptacloro, de toxicidad comparable al heptacloro pero más estable en sistemas biológicos.

La media vida del heptacloro en el suelo es, en regiones templadas, de 0,75-2 años, dependiendo del tipo de suelo, mientras que en las regiones tropicales puede ser más breve.

En el pequeño pez de agua dulce *Phoxinus phoxinus* se ha encontrado una bioconcentración de heptacloro de 9500, mientras que en el caso del heptacloro la tasa de bioconcentración fue de 14400.

La toxicidad aguda del heptacloro para los mamíferos es moderada; se han publicado valores de  $DL_{50}$  entre 40 y 119. La toxicidad para los organismo acuáticos es más elevada y en la gamba rosa se han encontrado valores de  $CL_{50}$  de sólo 0,11 microg/L.

Existe la posibilidad de que el heptacloro haya sido responsable de la disminución de varias poblaciones de aves silvestres. A fines de los años 70 se observó una reducción del éxito reproductivo del ganso de Canadá al tiempo que aumentaba la mortalidad de los adultos. Los resultados analíticos de las concentraciones de heptaclorepóxido en los encéfalos de las aves muertas daban resultados iguales o superiores a los niveles letales experimentalmente determinados de 8-9 microg/g. Los malos resultados de los nidos se asociaron asimismo a niveles de residuos en los huevos de > 10 microg/g. En el cernícalo americano, en la misma zona, se halló una asociación entre niveles de heptaclorepóxido de > 1,5 microg/g y una reducción de la reproducción.

En experimentos con bisones se estudió la influencia del heptacloro en la dieta. El nivel más bajo con efecto fue de 6,25 microg/g de dieta, ese era asimismo el nivel más bajo utilizado en el estudio, que se basó en una reducción del crecimiento de las crías.

Los niveles máximos de residuos de heptacloro recomendados por FAO/OMS se sitúan entre 0,006 mg/kg en grasa de leche y 0,2 mg/kg en grasa de carne o de aves.

### Hexaclorobenzeno (HCB)

El HCB se utilizó anteriormente como fungicida, en especial en granos, pero en la actualidad se utiliza sobre todo como sustancia intermediaria en la producción de otras sustancias cloradas. Se encuentra asimismo presente como impureza en varios biocidas y se forma en el curso de una combustión incompleta.

La media vida estimada del HCB en el suelo va de 2,7 a 22,9 años. También es muy estable en mamíferos en los que la media vida va desde un mes en las ratas hasta 2-3 años en el mono. Los principales metabolitos son pentaclorofenol, tetraclorohidroquinona y pentaclorotiofenol, pero se han descrito más de 43 metabolitos diferentes.

En el pequeño pez *Phoxinus phoxinus* se ha determinado una bioconcentración de HCB de 22.000 y en gusanos de más de 106.000.

Concentraciones de HCB en agua de 1 microg/L afectan el crecimiento de algas de agua dulce y protozoo y de 3 microg/L causan mortalidad en anfipodos y necrosis hepática en la perca americana. La CL<sub>50</sub> para el pez varía entre 50 y 200 microg/L.

La toxicidad aguda del HCB es baja, con valores DL<sub>50</sub> de 3500 para la rata y 4000 para el ratón. Los efectos a largo plazo son más serios y 100 ppm en la dieta de la rata matan al 50% de las crías. Con dosis diarias de 0,25 mg de HCB/kg de pc se han observado ligeros efectos en el hígado de la rata, en el castor con una dosis diaria de 0,16 mg de HCB/kg de pc se observaron alteraciones de las concentraciones de neurotransmisores.

En un estudio sobre el cáncer en el hámster se administraron dosis diarias de HCB entre 4 y 16 mg/kg de pc. Incluso con la más baja dosis aumentó la incidencia de tumores hepáticos en ambos sexos. Basándose en pruebas insuficientes sobre carcinogenicidad para el ser humano pero suficientes en cuanto a la carcinogenicidad para el animal, el CIIC ha clasificado al HCB como posible carcinógeno para el ser humano.

### Mirex

El Mirex se ha utilizado como plaguicida sobre todo en los Estados Unidos, pero también se ha aplicado en otros continentes contra termitas y hormigas. Además la sustancia tiene otras aplicaciones como retardante de llama en plásticos, caucho, papel y equipos eléctricos. Dado estos usos, el Mirex se encuentra en el mundo entero en esos diversos productos.

El Mirex es muy persistente y su principal vía de degradación parece ser la fotólisis. Se han descrito factores de bioconcentración de 2600 en la gamba rosa y de 51400 en el *Foxinus foxinus*.

La toxicidad aguda del mirex es baja, con valores de DL<sub>50</sub> de 125 mg/kg de pc en el hámster y superiores en otros mamíferos. En especies de aves la más baja de DL<sub>50</sub> (1400-1600 mg/kg de pc) se ha encontrado en el faisán.

Los crustáceos son las especies más sensibles a la exposición al Mirex. Se observa mortalidad retardada con niveles de exposición de 1 microg/L. Además el Mirex es tóxico para peces y puede afectar al comportamiento de estos.

El CIIC ha llegado a la conclusión de que no hay pruebas suficientes de que el mirex sea carcinógeno para el ser humano pero si hay pruebas suficientes con respecto al animal.

### Bifenilos policlorados (PCB) (incluido PCB planar)

Teóricamente existen 209 estructuras posibles de Bifenilos policlorados. Los productos comerciales pueden dividirse en cuatro grupos principales según el grado de cloración, que varía entre 42 y 60%. Los productos Aroclor se utilizan con frecuencia para referirse a esas mezclas; Aroclor 1242 contiene 42% de cloro, Aroclor 1248, 1254 y 1260 contienen 48, 54 y 60% de cloro, respectivamente. Las concentraciones de PCB halladas en el medio ambiente se suelen expresar como concentración de uno de esos productos, lo que sucedía sobre todo en anteriores análisis. Hoy en día se utilizan normalmente congéneres indicadores, uno o varios.

Los congéneres de PCB sin ningún átomo de cloro o con sólo uno en la posición *orto* para unir los anillos aromáticos pueden adoptar la configuración planar. Su tamaño y forma planar significa que pueden interactuar con el receptor Ah. Como estos congéneres de PCB actúan a través del mismo mecanismo que las dioxinas, se han establecido los FET correspondientes y se han calculado valores de EQT también para estas sustancias de PCB. Para obtener la "actividad de tipo dioxínica" en una muestra se suman el EQT de la dioxina y el EQT de PCB (véase el cuadro 28).

El PCB coplanar constituye una fracción de los productos de PCB técnico que se han fabricado y emitido en grandes cantidades. Además, los productos de PCB contienen también bajos niveles de PCDF.

Los PCB constituyen probablemente el grupo de STP más estudiado y con frecuencia los conocimientos relativos a ese grupo se extrapolan a otros. Se han sintetizado los 209 congéneres y muchos de ellos han sido objeto de estudios individuales. Naturalmente todos estos conocimientos plantean nuevas incógnitas, por ejemplo de qué forma estas sustancias interactúan entre ellas (y con otras sustancias químicas).

El principal uso del PCB es en aparatos eléctricos, sobre todo transformadores y capacitores. Se utilizan también como plastificantes, retardantes de llama, solventes y líquidos hidráulicos. Se ha producido más de un millón de toneladas de PCB y aún se producen pequeñas cantidades, aunque es difícil comprobar este dato.

En general la persistencia de las sustancias de PCB aumenta con su contenido de cloro. En la atmósfera la media vida del monoclorobifenilo es de unos 10 días mientras que la del heptaclorobifenilo es de 1,5 años aproximadamente. Ciertos microorganismos degradan con bastante rapidez los mono a triclorobifenilos; los tetraclorobifenilos lo hacen más lentamente y los

congéneres más clorados son bastante resistentes a la biodegradación (aunque no deja de influir el tipo de sustitución).

Los factores de bioconcentración en organismos acuáticos varían en gran medida, habiéndose publicado factores entre 200 y 70000. La  $CL_{50}$  para la fase larvaria de la trucha arco iris es de 0,32 microg/L y el nivel sin efecto de 0,01 microg/L.

La toxicidad aguda del PCB en los mamíferos es generalmente baja, habiéndose comunicado valores de  $DL_{50}$  de 1 g/kg de pc e incluso más elevados. En estudios a más largo plazo las mezclas de PCB suelen ser más potentes. La administración al mono Rhesus de 90 microgramos de Aroclor 1254/kg de pc/día durante 6 meses eleva la tasa de mortalidad, retrasa el crecimiento y produce otros varios efectos graves.

Diferentes productos de PCB parecen dar respuestas distintas en muchas de estas pruebas. En un estudio de reproducción de 2 generaciones de ratas, se ha encontrado un NSEO de 0,32 mg/kg de pc para el Aroclor 1254, mientras que para el Aroclor 1260 era de 7,5 mg/kg de pc. Un producto muy poco clorado, Aroclor 1016, dio un NSEO de 30 microg/kg de pc y no fue posible encontrar un NSEO para el Aroclor 1248. Estas grandes diferencias pueden deberse a que los productos contengan distintas proporciones de congéneres planar y/o dibenzofuranos policlorados.

El CIIC ha llegado a la conclusión de que el PCB es carcinogénico para animales de laboratorio y probablemente también para el ser humano.

### Toxafeno

Toxafeno es el nombre comercial de un producto vendido por una compañía de los Estados Unidos y se han hecho varios intentos para hallar otro acrónimo a este plaguicida. El IPCS ha utilizado la denominación de Camfeno policlorado (PCC) mientras que otros han utilizado Camfeclor. El nombre recomendado en la actualidad es el de bornanos clorados (CHB). Como el PNUMA ha decidido utilizar Toxafeno, éste será el nombre utilizado en el presente informe. Además de la evaluación de riesgo realizada por el IPCS, como fuente para seguir la información sobre este producto se ha recurrido a un informe nórdico (Audunsson, G. Dybing, E. Hanberg, A. Hietanen, E. Larsen, J. Utne Skaare, J. y Slanina, P. Nordic Risk Assessment of Toxaphene Exposure. 540. 1997. TemaNord).

El Toxafeno es una mezcla compleja de terpenos policlorados, con un número teóricamente posible de congéneres de por lo menos 32000. En los productos comerciales el número de componentes es sin duda más pequeño pero del Toxafeno se han podido separar por lo menos 670 sustancias. Estos congéneres tienen distinta estabilidad y la composición del Toxafeno hallado en el medio ambiente no es la misma que la del producto utilizado, lo cual viene a complicar los análisis y los ensayos. Unos congéneres parecen ser mucho más persistentes que otros y algunos ya se han sintetizado. Por consiguiente, en la actualidad el análisis del Toxafeno se centra con frecuencia en tres congéneres solamente.

Por tener una volatilidad bastante elevada, el Toxafeno puede transportarse a largas distancias y hoy en día se encuentra en muestras tomadas del mundo entero. Según los distintos informes, su media vida en el suelo varía entre 70 días y 12 años, dependiendo del tipo y las condiciones del suelo. Además, se ha visto que en ciertas aguas persiste durante años en concentraciones tóxicas para los peces.

La toxicidad aguda del Toxafeno es moderada, con una  $DL_{50}$  oral en la rata situada entre 60 y 293 mg/kg de pc. En estudios a más largo plazo se ha podido comprobar que el hígado es el órgano más

sensible. También se afecta al tiroides y el NSEO para este efecto se sitúa en la rata en 0,35 mg/kg de pc/día y en el perro en 0,2 mg/kg de pc/día.

El CIIC ha llegado a la conclusión de que hay pruebas suficientes de la carcinogenicidad del Toxafeno para el ratón y la rata. No existiendo datos adecuados para el ser humano, lo más razonable será considerar que supone un riesgo carcinogénico para el hombre.

## 7.2 Algunos otros ejemplos de STP

### Lindano

El Lindano es un plaguicida de amplio espectro que contiene > 99% de gamma-hexaclorociclohexano (gamma-HCH). El HCH de calidad técnica está compuesto por un 65-70% de alfa-HCH, 7-10% de beta-HCH, 14-15% de gamma HCH y aproximadamente 10% de otros isómeros y sustancias. Anteriormente se aplicaba con frecuencia el producto técnico, pero sólo el isómero gamma tiene propiedades plaguicidas. El IPCS ha evaluado el gamma HCH (OMS, "Environmental Health Criteria 124. Lindane", 1991) y el alfa-plus beta-HCH (OMS, "Environmental Health Criteria 123, "Alfa- y beta-hexachlorocyclohexane", 1992) y esos informes constituyen la principal fuente de la siguiente información.

La persistencia del Lindano en el suelo varía entre algunos días a tres años, dependiendo del propio suelo, clima y otros factores. Aunque la media vida en la atmósfera es bastante breve, basta que el Lindano pueda ser transportado a grandes distancias y la sustancia se puede encontrar en cualquier lugar del mundo.

Los factores de bioconcentración del Lindano en los organismos acuáticos van desde 10 hasta 6000. En la rata el Lindano se absorbe rápidamente a partir del tracto gastrointestinal y en pocas horas llega a todos los órganos.

El Lindano es moderadamente tóxico para invertebrados y peces, sus valores de  $CL_{50}$  para esos organismos son de 20-90 microg/L. En estudios a corto y a largo plazo con tres especies de peces, se ha encontrado un NSEO de 9 microg/L.

La toxicidad aguda del Lindano para el ratón y la rata es moderada; los valores de  $DL_{50}$  varían entre 60 y 250 mg/kg de pc. En cuanto a las aves, los límites parecen ser incluso más elevados, de 100 a 1000 mg/kg de pc. En un estudio de 90 días en la rata, se halló NSEO de unos 0,5 mg/kg de pc/día, mientras que a dosis más elevadas se encontró aumento del peso del hígado, riñón y tiroides.

### Hidrocarburos policíclicos aromáticos (HAP)

Los HAP constituyen un complejo grupo de sustancias aromáticas que se forman sobre todo en el curso de la combustión incompleta de materias orgánicas. La composición de las mezclas de HAP varía según las fuentes y también según los efectos climáticos selectivos del medio ambiente. El impacto ambiental de los HAP sólo se puede evaluar sustancia por sustancia.

Actualmente las concentraciones de HAP se notifican por sustancias individuales, pero en tiempos anteriores (e incluso en algunos casos en la actualidad) se notificaba la suma de HAP. Esos resultados dependen de cuántas y cuáles de las sustancias individuales representa la suma.

El IPCS no ha evaluado ninguna de las sustancias HAP y la información que a continuación se da se ha reunido a partir de diversos informes. Un informe muy útil es el de la Inspección Nacional Sueca de Sustancias Químicas (KemI. Hazard Assessments – Chemical substances selected in the Swedish Sunset Project. No 12/95. 19950. The Swedish National Chemicals Inspectorate. KemI Report).

Los HAP no son tan persistentes como las anteriores sustancias policloradas, pero se usan (y fabrican intencionalmente) en grandes cantidades y las concentraciones en el medio ambiente pueden alcanzar niveles en los que se manifiestan sus efectos.

Algunas de estas sustancias se utilizan con frecuencia como indicadores para describir diversos aspectos del complejo espectro de HAP. El naftaleno es una de ellas, siendo el miembro más pequeño y volátil de la familia. Otra sustancia es el antraceno, presente en muchas muestras en concentraciones bastante elevadas y cuyo tamaño se sitúa más o menos en el medio de la gama. El benzo [a] pireno es uno de los HAP de más potente acción carcinogénica y, por consiguiente, ha sido muy estudiado.

Los HAP de bajo peso molecular son los que se degradan con más facilidad. La media vida en sedimento es de 9 horas para el naftaleno, de 43 horas para el antraceno y de 83 horas benzo [a] pireno.

También la bioconcentración en organismos acuáticos aumenta con el peso molecular. Los valores calculados de BCF en peces y mariscos son de 90 para el naftaleno, de 500 para el antraceno y de > 4000 para el benzo [a] pireno. Las mediciones de bioconcentración más frecuentemente notificadas de los HAP se sitúan en los límites 100-2000.

La toxicidad a corto plazo de los HAP para los crustáceos también tiende a aumentar con el peso molecular. En *Daphnia pulex* la  $CL_{50}$  para el naftaleno es de 1,0 mg/L, para el fenantreno de 0,1 mg/l y para el benzo [a] pireno de 0,005 mg/L.

La toxicidad aguda de los HAP es moderada, con valores de  $DL_{50}$  por vía oral en la rata de 490 mg/kg de pc para el naftaleno y de 18000 mg/kg de pc para el antraceno.

El principal efecto de muchos HAP sobre los mamíferos es su potencial carcinogénico. La epoxidación metabólica de estas sustancias produce intermediarias que se ligan covalentemente al ADN celular. El CIIC ha clasificado el benzo [a] antraceno, el benzo [a] pireno y el dibenzo [a, h] antraceno como probablemente carcinogénicos para el ser humano. El benzo [b] fluoranteno y el indeno [1,2,3-c, d] pireno se han clasificado como posiblemente carcinogénicos para el ser humano.

### Eteres difenilpolibromados (PBDE)

Los PBDE se utilizan como aditivos retardantes de llama, es decir que se agregan al material que se quiere proteger o se disuelven en él. Existen tres productos principales de PBDE con distintos contenidos de bromo: los éteres de pentabromodifenilo (PeBDE), con cuatro a seis bromos en sus moléculas; los éteres de octabromodifenilo (OBDE) con seis a nueve átomos de bromo en sus moléculas, y los éteres de decabromodifenilo (DeBDE) totalmente bromados.

Hace algunos años, el IPCS realizó una evaluación del riesgo de estas sustancias (OMS, "Environmental Health Criteria 162. Brominated Diphenyl Ethers", 1994, OMS). En la actualidad la Unión Europea procede a evaluaciones independientes de riesgo de los tres tipos de producto y ya se ha concluido la parte ambiental del estudio, pero aún no se ha publicado. Se espera que pronto se publique la parte correspondiente a su acción sobre el ser humano. La información que se da a continuación procede sobre todo de esos documentos.

Los OBDE, y aún más los DeBDE, son grandes moléculas que los organismos absorben muy lentamente y a pesar de que se han producido grandes volúmenes de estos productos, existen pocos informes sobre estas sustancias en muestras biológicas. Los PeBDE se absorben con mucha más

facilidad y, por consiguiente, parecen hallarse en todas las muestras ambientales. En consecuencia, la información que se da a continuación se refiere sobre todo a los PeBDE.

Se han determinado los factores de bioconcentración de los componentes de los PeBDE (tetra a hexaBDE) todos los congéneres dan valores de FBC en la región de 1000 a 100000, excepto un pentaBDE, que es el principal componente del producto técnico, que sorprendentemente da FBC de 1 a 100. Los congéneres tetra, penta y hexa BDE experimentaron máximos en los alimentos y sus eficiencias de captación se determinaron como del 90%, 60% y 40%, respectivamente.

Las medias vidas de los componentes de los PeBDE en el tejido adiposo de la rata varían entre 19 y 119 días, alcanzando los valores más elevados los congéneres más bromados.

A los componentes de los PeBDE se han aplicado pruebas de degradación in vitro de microsomas hepáticos de varios mamíferos marinos. No pudo observarse ninguna degradación, lo que indicaría que las sustancias PBDE son más estables que los congéneres de los PCB más persistentes.

Se han investigado los PeBDE en pruebas de crecimiento de algas y con 3,3 microg/L se ha observado una inhibición del crecimiento. También se ha investigado la toxicidad para *Daphnia magna* y se ha encontrado que la CL<sub>50</sub> es de 14 microg/L, con un CSEO de 4,9 microg/L.

Las pruebas en medios acuosos son difíciles a causa de la limitada solubilidad de estas sustancias, elevadamente lipofílicas. En pruebas de toxicidad con la trucha arco iris no se observa mortalidad ni siquiera con una concentración que corresponda a la de la solubilidad.

Los estudios en ratas con PeBDE comerciales demuestran una escasa toxicidad aguda por las vías de exposición oral y dérmica, con valores de DL<sub>50</sub> > 2000 mg/kg de pc. En un estudio de 30 días con ratas se observaron efectos sobre el hígado a una dosis de 2 mg/kg de pc/día, con un NSEO de 1 mg/kg de pc/día.

### Parafinas cloradas (CP)

Las CP son alkanos policlorados con cadena de carbono de longitud entre 10 y 30 y un contenido de cloro entre 30 y 70%. Dentro de estos límites existe un enorme número de posibles congéneres y los productos comerciales son extraordinariamente complejos. Estos productos se dividen con frecuencia entre grupos según la longitud de la cadena: de cadena corta (C<sub>10</sub> – C<sub>13</sub>), media (C<sub>14</sub> – C<sub>17</sub>) y larga (C<sub>18</sub> – C<sub>30</sub>). El principal uso de las CP es como aditivo a los líquidos para el corte de metales, como plastificantes y como retardantes de llama. La producción anual se estima en más de 300000 toneladas.

Recientemente el IPCS ha realizado una evaluación de riesgo de las CP (OMS, "Environmental Health Criteria 181. Chlorinated paraffins", 1996). Entre los trabajos realizados en la UE con sustancias existentes figura una evaluación ya concluida (<http://ecb.ei.jrc.it>) de las CP de cadena corta y otra que va a concluirse sobre las CP de cadena media.

La complejidad de los productos de PC hace que sean difíciles de analizar y apenas hay datos sobre sus concentraciones ambientales. Como la composición en el medio ambiente también es distinta, pueden observarse diferencias de actividad según se ensayen en el laboratorio o se observen en el medio ambiente.

Las CP de cadena corta con menos de un 50% de cloro parecen degradarse en condiciones aeróbicas, mientras que la degradación queda inhibida con las sustancias más cloradas. Los productos de cadena media y larga se degradan con más lentitud.

Las CP se bioacumulan y los FBC se sitúan entre 7 y 7000 para los peces y entre 200 y 138000 para los mejillones. En cuanto a los productos de cadena corta, captación y eliminación son más rápidas tratándose de sustancias con bajo contenido de cloro.

La Toxicidad aguda de las CP es baja, habiéndose comunicado valores de  $DL_{50}$  por vía oral entre  $>4$  a  $>50$  g/kg de pc. En experimentos con dosis repetidas se han observado efectos hepáticos con dosis de 50 – 100 de mg/kg de pc/día, con un NSEO de 10 mg/kg de pc/día. Una CP de cadena de longitud media administrada a razón de 5,2 – 7,2 mg/kg de pc/día afectó a la reproducción de la rata.

Las CP de cadena corta muestran toxicidad para algas, invertebrados acuáticos y peces a concentraciones de sólo 19,6, 8,9 y 3,1 microg/L, respectivamente. El NSEO parece situarse entre 2 y 5 microg/L para las más sensibles especies ensayadas.

## 8. Publicaciones y fuentes de información

Con los documentos y direcciones de Internet que a continuación se mencionan se trata sobre todo de facilitar una útil información básica y sugerir otras lecturas relacionadas con el documento de guía, que serán útiles para los equipos regionales y para otros participantes en la red del proyecto. No se pretende ni mucho menos dar una lista completa. Como documento independiente dentro del proyecto se publicará una completa biografía con publicaciones primarias, secundarias y terciarias sobre sustancias tóxicas persistentes, centrado todo ello en datos adquiridos regionalmente, publicación que se pondrá a disposición de todos los que participan en la red del proyecto.

Además de las direcciones que se dan a continuación, los equipos regionales pueden estudiar la conveniencia de redactar breves listas de direcciones de Internet de la región que les puedan ser útiles y, si corresponde, de clubes de discusión para participantes en la red regional.

### Informes

AMAP Assessment Report: Arctic Pollution Issues. Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, 1997

Arctic Pollution Issues. A State of the Environment Report. Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, 1997

Compliación de datos de la UE sobre exposición a la dioxina y salud. Informe preparado por la Comisión Europea, DG del medio ambiente, Departamento de Transportes y Regiones del Reino Unido (DETR). Comisión de la Comunidad Europea, Bruselas, 1999

HELCOM 1996. Third Periodic Assessment of the State of the Marine Environment of the Baltic Sea, 1989-93. Helsinki Commission, Helsinki, 1999

Inventarios nacionales y regionales de dioxinas y furanos: emisiones nacionales y regionales de PCDD/PCDF. Productos Químicos, PNUMA, Ginebra, Suiza, 1999

Organochlorines Programme, Ministry of the Environment, Wellington, New Zealand, 1998

Productos químicos persistentes, bioacumulativos y tóxicos en países de Europa Central y Oriental – Informe de Actualidad. Borrador – 1<sup>ra</sup> versión, informe TOCOEN número 150. Recetox TOCOEN & Associates, Brno, República Checa, Agosto de 1999

Persistent Environmental Contaminants and the Great Lakes Basin Population: An Exposure Assessment. Ministry of Public Works and Government Services, Canada, 1998

Persistent Organic Pollutants. Monitor 16. Swedish Environment Protection Agency, Stockholm, 1998

Evaluación en base regional de sustancias tóxicas persistentes, Informes de talleres para un proyecto del Fondo para el Medio Ambiente Mundial. Productos Químicos, PNUMA, Ginebra, 1999

THE INVENTORY OF SOURCES OF DIOXIN IN THE UNITED STATES, External Review Draft, EPA/600/P-98/002Aa, 1998

PNUMA/IPCS. Módulo de formación número 3. Evaluación del riesgo químico. Ginebra, 1999.

OMS/IPCS, Documentos de criterios de salud ambiental

- Aldrin, No 91, 1989.
- Chlordane, No 34, 1984.
- DDT and its derivatives, No 9, 1979.
- DDT and its derivatives, Environmental Aspects, No 83, 1989.
- Dieldrin, No 91, 1989.
- Endrin, No 130, 1992.
- Heptachlor, No 38, 1984.
- Hexachlorobenzene, No 195, 1998.
- Mirex, No 44, 1984.
- Polychlorinated biphenyls and terphenyls, No 88, 189.
- Polychlorinate dibenzo-*p*-dioxins and dibenzofurans, No 88, 1989.
- Toxaphene (Camphechlor), No 45, 1984

### Direcciones de Internet

Productos Químicos, PNUMA, mantiene un centro de acopio y difusión de informaciones sobre COP (<http://www.chem.unep.ch>) que además mantiene amplios vínculos con otras organizaciones internacionales y regionales, gobiernos, ONG, convenciones, etc. por ejemplo <http://www.ospar.org>; <http://www.helcom.fi>; <http://www.ijc.org/> y <http://www.gefweb.org>. Puede además formar parte del club número uno sobre sustancias tóxicas bioacumulativas persistentes (PBT) en <http://recetox.chemi.muni.cz/PBTs/content.htm>. Entre otras direcciones útiles figuran Riskline <http://www.kemi.se/default.cfm?page=kemdatbas.htm>. El Integrated Risk Information System (IRIS) en USEPA <http://www.epa.gov/iris> y la oficina de Productos Químicos Europea <http://ecb.ei.jrc.it>.

FMAM: Evaluación en base regional de sustancias tóxicas persistentes

Documento de guía para el acopio, la reunión y la evaluación de datos sobre fuentes, concentraciones ambientales y efectos de sustancias tóxicas persistentes

PNUMA Productos Químicos, Ginebra

Agosto de 2000

IOMC Programa interinstitucional para el manejo adecuado de los productos químicos  
Acuerdo de cooperación entre PNUMA, OIT, FAO, OMS, ONUDI, UNITAR, Y OCDE

Esta publicación se ha producido en el marco del Programa Interinstitucional para el Manejo Adecuado de los Productos Químicos (IOMC). Se ha preparado dentro de la subvención facilitada por un Fondo Para el Desarrollo de Proyectos (PDF-B) otorgado por el Fondo Para el Medio Ambiente Mundial (FMAM).

*En cubierta: autoenvenenándose, India, fotografía por PNUMA/Zuben Mathews/TOPHAM*

**El Programa Interinstitucional Para el Manejo Adecuado de los Productos Químicos (IOMC)** fue establecido en 1995 por el PNUMA, OIT, FAO, OMS, ONUDI, y OCDE (organizaciones participantes), a raíz de las recomendaciones formuladas en 1992 por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo con miras a reforzar la cooperación y aumentar la coordinación en el campo de la seguridad química. En enero de 1998, UNITAR se unió oficialmente al IOMC como Organización participante. El objetivo del IOMC consiste en fomentar la coordinación de las políticas y actividades de las organizaciones participantes, conjuntamente o por separado, con miras a la buena gestión de las sustancias químicas en relación con la salud humana y el medio ambiente

El material que figura en la presente publicación se puede citar o reimprimir libremente, pero citando su origen y haciendo referencia al número de documento correspondiente. Deberá enviarse a Productos Químicos, PNUMA, una copia de la publicación que contenga la cita o reimpresión.

Disponible en:

Productos Químicos, PNUMA  
11-13 chemin des Anémones  
CH-1219 Châtelaine (Ginebra), Suiza  
Tel.: +41 22 917 8170  
Fax: +41 22 797 3460  
E-Mail: [chemicals@unep.ch](mailto:chemicals@unep.ch)

PNUMA

FMAM: Evaluación en base regional de sustancias tóxicas persistentes

Documento de guía para el acopio, la reunión y la evaluación de datos sobre fuentes, concentraciones ambientales y efectos de sustancias tóxicas persistentes

PNUMA, Productos Químicos, Ginebra

Agosto de 2000

## Documento de guía para el acopio, la reunión y la evaluación de datos sobre fuentes, concentraciones ambientales y efectos de sustancias tóxicas persistentes

### Indice

	Página
1. Introducción	7
2. Resultados esperables y actividades de la evaluación en base regional de sustancias tóxicas persistentes	8
2.1 Objetivos del documento de guía	8
2.2 Contenido del documento de guía	8
3. Selección de sustancias tóxicas persistentes	9
3.1 Proceso propuesto para la selección final de sustancias en el ámbito regional	12
4. Generalidades sobre acopio y evaluación de datos	13
5. Acopio de datos	14
5.1 Información y datos relacionados con las fuentes	14
5.2 Concentraciones ambientales	25
5.3 Impactos ambientales	34
6. Evaluación de los datos	39
6.1 Información y datos en relación con la fuente	40
6.2 Concentraciones ambientales	46
6.3 Impactos ambientales	49
7. <u>Anexo</u> : Información específica de sustancia sobre determinadas STP	53
7.1 Los doce COP del PNUMA	53
7.2 Algunos otros ejemplos de STP	61
8. Publicaciones y fuentes de información	64

## Índice de cuadros

	Página
Cuadro 1: COP actualmente negociados en escala mundial	10
Cuadro 2: Lista de la OSPAR de productos químicos de acción prioritaria	11
Cuadro 3: Información general que debe recogerse en todas las fuentes de datos sobre STP ensayadas	18
Cuadro 4: Información adicional sobre muestreo de aire/gases de escape para obtener información sobre fuentes de subproductos de STP a la atmósfera	19
Cuadro 5: Información adicional sobre muestreo de agua en cuanto a fuentes de STP al agua	20
Cuadro 6: Información adicional sobre muestreo de tierra correspondiente a fuentes de tierra hacia agua, aire y tierra	22
Cuadro 7: Información adicional sobre muestreo de desechos de fuentes de tierra al agua, aire y tierra	23
Cuadro 8: Información adicional sobre productos por relación a fuentes desde la tierra al agua, aire, tierra y desechos	25
Cuadro 9: Información general necesaria para todas las muestras ambientales	27
Cuadro 10: Información adicional sobre muestras de suelos	28
Cuadro 11: Información adicional sobre muestras de sedimento	29
Cuadro 12: Información adicional sobre muestras de aire	30
Cuadro 13: Información adicional de muestras de agua	30
Cuadro 14: Información adicional sobre vegetación	31
Cuadro 15: Información adicional sobre animales acuáticos	32
Cuadro 16: Información adicional sobre animales y aves terrestres	32
Cuadro 17: Información adicional sobre alimentos y piensos	34
Cuadro 18: Información adicional sobre muestras humanas	34
Cuadro 19: Información que debe acopiarse sobre efectos e impacto ambiental	35
Cuadro 20: Información que debe acopiarse sobre efectos locales	36
Cuadro 21: Información que debe reunirse sobre resultados de los ensayos	37
Cuadro 22: Información que debe reunirse sobre evaluaciones regionales	38
Cuadro 23: Información que debe reunirse sobre valores de guía regionales	39
Cuadro 24: Ejemplo de matriz de resultados para concentraciones de dioxinas y furanos en el suelo	47
Cuadro 25: Cuadro ejemplar de unidades elegidas EQT = equivalente de toxicidad, s.s. = sustancia seca	47
Cuadro 26: Unidades preferidas	49
Cuadro 27: Documentos EHC sobre los COP prioritarios	53
Cuadro 28: FET de la OMS para la evaluación del riesgo humano basada en las conclusiones de la reunión de Estocolmo, Suecia, 15-18 de junio de 1997	56

## Indice de figuras

	Página
Figura 1: Flujograma general de fuentes y caminos de liberación de STP	15
Figura 2: Ejemplo de cuestionario normalizado: "Liberaciones a la atmósfera por incineración de desechos", tomado del instrumental de PNUMA para inventarios de dioxina, principal categoría de fuente	17

### 3. Introducción

Este documento ha sido preparado por Productos Químicos, PNUMA, como parte de la fase preparatoria del proyecto del Fondo para el Medio Mundial (FMAM) sobre Evaluación en Base Regional de Sustancias Tóxicas Persistentes (STP). Con él se trata de ayudar a los participantes en el proyecto del FMAM en el acopio de los datos, la compilación de una información resumida y la evaluación de datos de forma coherente y efectiva. Se distribuirá a los participantes en la red del proyecto acompañado de cuestionarios que sirvan de guía para el proceso de acopio y evaluación de datos. Esta guía será asimismo útil para el coordinador regional y el equipo regional en la preparación del borrador de Informe Regional.

El proyecto se propone estructurar una evaluación con base científica de la naturaleza y la escala de las amenazas que sobre el medio ambiente y sus recursos plantean las sustancias tóxicas persistentes, obteniéndose así una guía para la comunidad internacional que oriente sobre las prioridades de las futuras medidas de remedio y prevención. La evaluación permitirá identificar prioridades para la intervención y, mediante la aplicación de un análisis de causas básicas, tratará de identificar las medidas más indicadas para controlar, reducir o eliminar liberaciones de STP en los ámbitos nacional, regional o global.

Las actuales prioridades de acción dentro de cada región pueden no ser las mismas, reflejando las diferencias existentes entre las distintas regiones en cuanto a desarrollo económico, producción agrícola e industrial, o condiciones climáticas, geográficas, sociales y culturales. Por consiguiente, la evaluación se basa en un análisis de las condiciones de cada región utilizando la información disponible en diversas fuentes pero con arreglo a métodos y criterios comunes.

La evaluación se basará en el acopio y análisis de datos existentes, más que en la generación de nuevos datos analíticos o sobre efectos. Por consiguiente, para que pueda hacerse una evaluación rigurosa es fundamental que sean comparables los datos reunidos dentro de grandes y diversas regiones geográficas, así como entre unas regiones y otras. En casos especiales y cuando surja la necesidad, se podrán realizar proyecciones modelo que permitan rellenar lagunas de datos/información y predecir amenazas al medio ambiente.

#### **4. Resultados esperables y actividades de la evaluación en base regional de sustancias tóxicas persistentes**

El objetivo del proyecto consiste en realizar una evaluación global en base regional de STP contaminantes.

Las actividades propuestas están diseñadas con miras a obtener los siguientes resultados:

8. identificación de fuentes importantes de STP en el ámbito regional;
9. identificación de datos sobre concentraciones ambientales en la región;
10. evaluación del impacto de las STP sobre el medio ambiente y la salud humana en la región;
11. evaluación del transporte transfronterizo de STP dentro de la región, hacia la región y entre regiones;
12. identificación de prioridades regionales en los problemas ambientales relacionados con las STP;
13. evaluación de las causas primeras de los problemas relacionados con las STP y de la capacidad regional para hacer frente a esos problemas;
14. identificación de los problemas ambientales prioritarios en relación con las STP en el ámbito mundial.

Por el momento se ha previsto que la fase de evaluación regional tarde unos 12 meses en implementarse. Un coordinador regional dirigirá en cada región al equipo regional de cuatro o cinco miembros procedentes del gobierno, los medios universitarios e industriales, y las ONG relacionadas con el medio ambiente. En cada región un equipo regional asumirá la responsabilidad de completar la evaluación de sustancias tóxicas persistentes. Además, una nutrida red de personas procedentes de todos los sectores de la sociedad participarán aportando las informaciones que correspondan.

El proyecto se desarrollará a través de varias etapas bien definidas: acopio de datos; reunión y compilación de datos; evaluación de datos, incluida una evaluación de impactos sobre la salud y el medio ambiente; fijación de prioridades, incluida la identificación de carencias importantes de datos; producción de informes regionales y organización de las evaluaciones regionales e integración de las evaluaciones regionales en el nivel global, e identificación de prioridades globales. En el ámbito del país las personas y las instituciones se ocuparán sobre todo del acopio de datos. Normalmente, de las etapas ulteriores se encargará el equipo regional. Si el componente de acopio y compilación de datos se realiza en la escala del país, se recomienda que todos los datos y la información de apoyo necesarios para la evaluación se pongan a disposición del equipo regional, al tiempo que se le facilita cualquier información que haya podido recogerse. La última etapa se realizará en escala global.

##### **2.1 Objetivos del documento de guía**

El objetivo de este documento consiste en dar orientaciones a los equipos regionales acerca de los procedimientos utilizables en el acopio, compilación y evaluación de los datos pertinentes, así como información sobre fuentes, concentraciones ambientales e impactos sobre la salud y el ambiente de las STP. Con estas orientaciones se trata de facilitar la preparación de los capítulos correspondientes de los informes regionales (véase el resumen del proyecto, anexo G).

El presente documento indica los procedimientos aplicables al acopio y evaluación de datos existentes, pero no se ocupa de cuestiones de gestión, organización o calendario del proyecto. Esa información se facilitará en un plan de trabajo independiente.

##### **2.2 Contenido del documento de guía**

Con las orientaciones que se dan en este documento se trata de contribuir a la armonización del acopio y evaluación de datos.

Se dan orientaciones en tres sectores principales:

4. información sobre fuentes
5. información sobre concentraciones ambientales
6. evaluación de impactos sobre la salud y el medio ambiente.

Con respecto a cada uno de los sectores se facilitan dos tipos de orientaciones:

6. orientaciones en cuanto al acopio de datos originales y de información sobre individuos e instituciones
7. orientaciones para la compilación y evaluación de los datos recogidos por los equipos regionales.

Con las detalladas orientaciones que se dan para el acopio de datos en el ámbito del país se trata de conseguir que la información que se reciba se preste a su comparación y evaluación en el nivel regional. Pero aunque este proyecto se centra sobre todo en datos existentes, si pudiera disponerse de una financiación externa que permitiese generar nuevos datos, éstos también podrían incluirse.

Se enviarán cuestionarios basados en el presente documento de guía a los participantes en la red regional, incluidos gobiernos, organismos e instituciones gubernamentales, institutos de investigación, investigadores, organizaciones no gubernamentales y medios industriales, grupos de interés público y universidades.

## **8. Selección de sustancias tóxicas persistentes**

Con los talleres de expertos técnicos (WS1, WS2 y WS3) de la fase PDF-B, los expertos participantes establecieron la base para definir y delinear STP en el contexto del proyecto del FMAM. Se llegó a la conclusión de que no es posible dar una definición sencilla de sustancias tóxicas persistentes pero que esas sustancias comparten las siguientes características:

- son sustancias orgánicas (incluidas organometálicas)
- se degradan lentamente en el medio ambiente
- se acumulan en la biota y
- son tóxicas.

Además, los expertos consideraron que en ciertos casos sustancias con una persistencia inherente moderada se han ido liberando continuamente en grandes cantidades y en áreas considerables, por ejemplo en grandes extensiones internacionales de agua. Estas liberaciones pueden dar lugar a una exposición continua de organismos que sería semejante a la producida por una sustancia más persistente. Por consiguiente, estas sustancias también se tienen en cuenta en el proyecto. Los expertos no definieron los parámetros de las propiedades que se han citado ni dieron para esos parámetros unos valores limitantes para su entrada en el grupo. Hasta que tal cosa se haga, se parte del supuesto de que el grupo de STP incluye a las sustancias "que reúnan esas características". Entre los efectos tóxicos considerados para las STP, deben señalarse los trastornos endocrinos. Los 12 contaminantes orgánicos persistentes (COP) sujetos a la negociación intergubernamental en marcha

convocada por el PNUMA para un tratado global, constituyen una subserie de las STP. Estas sustancias (que con frecuencia se han denominado "la docena sucia" véase el cuadro 1) se consideran en la actualidad que son los COP más inmediatamente peligrosos.

Cuadro 1: COP actualmente negociados en escala mundial

Plaguicidas	Sustancias químicas industriales	Subproductos no deseados
Aldrina	Hexaclorobenzeno	Dioxinas
Clordano	Bifenilos policlorados	Furanos
DDT		
Dieldrina		
Endrina		
Heptacloro		
Hexaclorobenzeno		
Mirex		
Toxafeno		

Nota: el hexaclorobenzeno se utiliza como plaguicida y como sustancia química industrial. También puede aparecer espontáneamente como subproducto de ciertos procesos industriales

Estas sustancias son bastantes conocidas pues vienen estudiándose desde hace 30 a 40 años. Este conocimiento puede en cierta medida extrapolarse a otras STP similares, si bien ha de hacerse con cuidado. Todas las regiones deberán incluir a los 12 COP en su evaluación.

En distintos foros internacionales se han propuesto diversos esquemas para establecer un orden de prioridades de COP. Para el tratado global sobre COP, el Comité Intergubernamental de Negociación (CIN) estableció un grupo de expertos para la elaboración de criterios (GEC). Este grupo propuso determinados criterios aplicables a la identificación de nuevos COP para la acción internacional, incluyendo la persistencia (expresada como media vida en diferentes medios), la bioacumulación, pruebas de su transporte a largas distancia y la toxicidad. Los criterios propuestos por el GEC se destinan a la identificación de sustancias para una acción global inmediata. Toda sustancia identificada en una región que satisfaga esos criterios, deberá quedar incluida en la evaluación regional. Pero es importante advertir que el presente proyecto se centra en las STP, que responden a un concepto más amplio que los COP. Este proyecto deberá asimismo centrarse en el nivel regional. Ello significa que en él se podrá incluir un grupo de sustancias más amplio que el que constituyen los 12 COP. Una aplicación indiscriminada de los criterios del GEC podría además limitar innecesariamente la selección de sustancias de interés en una determinada región.

Además están en marcha otras iniciativas internacionales para identificar contaminantes persistentes prioritarios. A continuación se señalan algunas de las principales actividades que pueden dar algunas orientaciones acerca de la conveniencia de incluir en la evaluación otras STP adicionales. Debe asimismo advertirse que esas listas se han preparado en distintos contextos y los resultados pueden no ser aplicables a otras zonas o a todas las regiones del mundo.

Los COP del PNUMA comparten muchas propiedades con las sustancias incluidas en el protocolo de COP de la Convención de Ginebra Sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia (LRTAP) preparada bajo los auspicios de la Comisión Económica para Europa (CEPE) de las Naciones Unidas. De esta forma podría pensarse en una posible ampliación de la lista de sustancias que deban incluirse en este proyecto. Los epígrafes adicionales que figuran en la lista de la LRTAP son clordecone, hexabromobifenilo, hexaclorociclohexano e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP). No es seguro que el clordecone plantee un problema ambiental mundial y el hexabromobifenilo no se ha producido desde hace muchos años. Cada una de las regiones podría estudiar si esas sustancias podrían tener o no gran prioridad en su caso. El hexaclorociclohexano aún está en uso, sobre todo el isómero gamma (Lindane) y sí que podría ser candidato a su inclusión en las evaluaciones regionales, al igual que podría suceder con los HAP.

Otros grupos de sustancias que han suscitado importantes discusiones en las fases preparatorias de la lista de la CEPE de las Naciones Unidas son los éteres polibromados de bifenilos (PBDE) y las parafinas cloradas (PC). Estos dos grupos de sustancias reúnen la persistencia y la bioacumulación. Además se producen en grandes volúmenes y podría ser interesante su inclusión en las evaluaciones regionales. Entre los plaguicidas se ha propuesto el endosulfán y la atrazina.

La Convención Oslo - París (OSPAR) ha identificado una lista de STP de importancia prioritaria. Algunos de los epígrafes de esta lista son también COP del PNUMA, pero hay además otras sustancias que se reproducen en el cuadro 2.

Cuadro 2 Lista de la OSPAR de productos químicos de acción prioritaria ([http://www.ospar.org/eng/html/sap/strategy\\_hazardous\\_substances.html](http://www.ospar.org/eng/html/sap/strategy_hazardous_substances.html))

Dibenzodioxinas policloradas (PCDD)	Compuesto orgánicos de estaño
Dibenzofuranos policlorados (PCDF)	Nonilfenol/etoxilatos (NP/NPE) y sustancias afines
Bifenilos policlorados (PCB)	Xileno de almizcle
Hidrocarburos poliaromáticos (HAP)	Retardantes de llama bromados
Pentaclorofenol (PCP)	
Parafinas cloradas de cadena corta (SCCP)	Ciertos ftalatos – dibutilftalato y dietilftalato
Isómeros del hexaclorociclohexano (HCH)	
Mercurio y compuestos orgánicos de mercurio	
Cadmio	
Plomo y compuestos orgánicos de plomo	

Además, OSPAR está preparando un procedimiento de clasificación de sustancias persistentes, bioacumulables y tóxicas en el medio ambiente marino. Se iniciaron los trabajos con un número muy elevado de sustancias ("el universo químico") y se clasificaron según datos medidos y previstos sobre persistencia, bioacumulación y toxicidad, con miras a identificar una lista de candidatas. A continuación, las sustancias candidatas se han clasificado según juicio de expertos obteniéndose una lista condensada de sustancias peligrosas. Es de esperar que los trabajos se habrán concluido al comienzo del verano del año 2000. El resultado puede ser útil para la selección de las sustancias químicas incluíbles en el presente proyecto.

Recientemente, la Unión Europea ha propuesto una Directiva Marco sobre el Agua. Para la preparación de esta Directiva se ha establecido un método objetivo de selección de parámetros químicos que describan la calidad del ambiente acuático (Fraunhofer-Institut, "Revised Proposal for a List of Priority Substances in the Context of the Water Framework Directive (COMMPS Procedure)", 1999). Debe advertirse que varias de estas sustancias no satisfacen los criterios de persistencia y bioacumulación, pero son asimismo compuestos que pertenecen al grupo de STP.

Entre ellos hay HAP, pentaclofenol, cloroparafinas de cadena corta, bis (2-etilhexil) ftalato, octil-y nonilfenoles y éteres difenólicos bromados.

En el taller de expertos técnicos PDF-B sobre sustancias químicas industriales y subproductos se preparó un modelo para la selección precoz de STP que deberían incluirse (PNUMA, "Evaluación en base regional de sustancias tóxicas persistentes", IOMC 1999, pp. ■-■). Este modelo da gran prioridad a las sustancias químicas con enlace con el receptor aryl hidrocarburo (AhR), ya que deberán incluirse todas las sustancias con este tipo de enlaces. Las sustancias que no tienen enlaces con el AhR, que son lipofílicas ( $\log K_{ow} > 3$ ) y tienen un peso molecular de  $< 1000$  y son directamente bioactivas o producen metabolitos activos también serán incluidas en el modelo. Si no se dispone de información sobre los mecanismos químicos de acción o sus propiedades químicas, también deberán incluirse. La primera parte del plan es nueva e interesante, ya que introduce un efecto sobre la parte superior del plan de clasificación por prioridades. Por el momento no se conocen bien todas las consecuencias que puede tener el uso del modelo, pero sin duda va a incluir un gran grupo de sustancias, por ejemplo, varios HAP y cierto número de sustancias de origen natural. En una primera etapa el plan no incluye criterios de persistencia, que deberán agregarse para identificar las STP. El taller propuso además que entre las sustancias incluidas se haga una nueva clasificación de prioridades sobre la base de los efectos tóxicos en relación con los valores de orientación establecidos o las IDA. El ulterior desarrollo y aplicación del modelo exige recursos considerables que rebasan el ámbito de este proyecto.

La inclusión de sustancias organometálicas en el proyecto del FMAM se trató en uno de los talleres PDF-B del FMAM y se concederá la máxima prioridad al mercurio orgánico y a las sustancias de estaño (PNUMA, "Evaluación en base regional de sustancias tóxicas persistentes", IOMC 1999, pp. ■-■).

Como se ha dicho antes, durante la fase de PDF-B se llegó a la conclusión de que las sustancias menos persistentes pero con una elevada liberación continua que provoca una exposición continua en extensas regiones debería poder ser incluidas en el proyecto del FMAM. Ejemplos de esas sustancias químicas serían los ftalatos y los HAP.

### **8.1 Proceso propuesto para la selección final de sustancias en el ámbito regional**

El uso que realmente se esté haciendo en una región de productos químicos persistentes, a parte de los mencionados, deberá contribuir asimismo a guiar la elección de sustancias que deban incluirse, en particular si se han detectado problemas asociados con ese uso. La elección de las sustancias que deban investigarse puede, pues, ser en cierto modo distinta entre diferentes regiones, pero por lo menos deberá tener en común los 12 COP del PNUMA. Dadas las restricciones del proyecto en el tiempo y en sus recursos, cada región deberá centrarse en los productos químicos más importantes en el nivel regional. Para realizar una evaluación de calidad suficiente, las regiones deberán esforzarse al máximo por mantener en un nivel manejable el número de sustancias que hayan de evaluarse.

Es preciso que en cada región se alcance desde el primer momento un acuerdo sobre la lista total de sustancias que van a incluirse en la acción regional, pues todas las demás actividades al respecto dependerán de esa lista. Una de las primeras tareas del equipo regional será estudiar y alcanzar un acuerdo sobre los productos químicos que van a incluirse en la evaluación regional. Se propone que para ello se siga un proceso en dos fases, una primera fase preliminar en la que se acopien datos/informaciones sobre fuentes, niveles e impactos en la región. En una segunda fase se finalizará la lista de sustancias propuestas en consulta con el gerente del proyecto y en estrecha cooperación con los demás equipos regionales. El resultado de la discusión habrá de ser una lista

regional de sustancias que se pondrá en conocimiento de todos los que participen en la red del proyecto.

## **9. Generalidades sobre acopio y evaluación de datos**

Conviene que los datos que van a evaluarse en este proyecto sean acopiados por gran número de participantes de las más diversas procedencias. Para asegurar la coherencia y la compatibilidad de las evaluaciones hechas en distintas regiones es muy de recomendar que los datos originales se pongan en conocimiento del equipo regional, junto con los metadatos de apoyo necesarios para la correcta conversión de las unidades; la evaluación de la calidad de los datos; las conclusiones sobre si una determinada serie de datos debe incluirse o no, y la evaluación de los datos. Si los datos recogidos se alteran o convierten de cualquier manera antes de su presentación al equipo regional, será preciso dejar constancia de ello en la presentación. La garantía de la calidad de los datos deberá asimismo ser responsabilidad del equipo regional.

Las orientaciones sobre el procedimiento que se dan en este documento sólo se destinan a facilitar el cotejo de los datos de manera que puedan hacerse comparaciones razonables. El juicio en cuanto a una posible indicación de riesgo y al establecimiento de un orden de prioridades entre los resultados obtenidos en el nivel regional deberá ser elaborado en el curso del proyecto por los participantes en los equipos regionales y bajo la guía del coordinador regional.

Otro posible objetivo sería la utilización de los datos como aporte a modelos de destino regionales o globales. Es bastante difícil reunir información suficiente para los encargados de elaborar los modelos, pero una mayor aportación de éstos desde los primeros momentos puede facilitar la obtención de importantes metadatos.

En muchas regiones no será fácil disponer de todos los datos correspondientes a cada serie. Si se adoptan criterios rigurosos tratando de obtener series de datos completos detallados y de la máxima calidad, no van a obtenerse más que escasas series de datos satisfactorios o incluso ninguna. En realidad el proyecto se propone aprovechar grandes cantidades de datos imperfectos. El objetivo consistiría en aprovechar al máximo unas series de datos limitadas asegurando al mismo tiempo que se señalan las insuficiencias y que estas advertencias pasan a la fase de análisis del proyecto. Si no se concede la debida atención a las limitaciones que sufren las series de datos existe el peligro de que se llegue a suposiciones y se extraigan conclusiones que no cuentan con un apoyo objetivo.

La forma como se hagan las comparaciones y el uso que se dé a los datos sobre STP deberán ser flexibles. En esta fase cabe imaginar que para cada región se van a anticipar ciertas comparaciones y compilaciones básicas que den indicaciones generales sobre la presencia y los efectos de las STP en el medio ambiente.

Los datos acopiados y el proceso de evaluación que después se describe se basan en una lista de STP peligrosos regionalmente acordada y establecida en un momento anterior del proyecto por el equipo regional. Esta lista de sustancias químicas de interés se habrá de distribuir a todos los que participan en la red regional.

Es posible que después de evaluar otras informaciones se descubran nuevas necesidades, por ejemplo sobre fuentes o destino ambiental o impactos sobre el medio. Entre los más sencillos ejemplos puede figurar el acopio de una información ambiental vinculada a fuentes de STP identificadas, por ejemplo se puede encontrar una fábrica de pasta papelera que libere sus efluentes al agua, se pueden determinar datos ambientales en relación con el agua de que se trate y estos datos de pueden refinar gracias al conocimiento existente sobre las condiciones generales de transporte,

por ejemplo si el agua fluye constantemente en una determinada dirección, los datos ambientales pueden facilitar información confirmatoria adicional en relación con la fuente.

## 10. Acopio de datos

En la presente sección se facilitan orientaciones destinadas a su uso en el ámbito nacional en el proceso de identificación e interrogación de los datos originales del país que facilitan información acerca de:

- fuentes de STP
- concentraciones ambientales de STP
- impactos ambientales y humanos de las STP.

Es lo más probable que la base de datos que sirva para satisfacer los objetivos del proyecto del FMAM sea incompleta y su cobertura irregular. Con el presente documento de guía se trata de ayudar a los países a que acopien el máximo de datos pertinentes de manera que la fase de evaluación se base en una información lo más amplia posible.

### 10.1..... **Información y datos relacionados con las fuentes**

Los datos sobre fuentes de emisión de STP sólo se han recogido con respecto a un pequeñísimo número de grupos de STP y sólo en muy escasos países. Además, la mayor parte de la serie de datos sobre liberaciones de STP disponibles se refieren exclusivamente a los COP. En ningún caso la información sobre liberaciones de STP se ha recogido con intención de facilitar series de datos comparables. En cambio, se han estructurado estudios individuales con fines de investigación, vigilancia, actividades legislativas, investigaciones sobre sitios concretos o para determinar niveles básicos generales. Además, no existe ninguna forma de muestreo, técnica analítica o protocolos de información que hayan sido universalmente aceptados. Es posible que se hayan acopiado datos para organizaciones de investigación o mediante organizaciones gubernamentales, y algunos de ellos, aunque no todos, están o estarán disponibles mediante las publicaciones científicas internacionales, organismos gubernamentales y/o Productos Químicos, PNUMA.

#### Información general sobre liberaciones de STP que debe acopiarse

La obtención de datos relacionados con las fuentes se hace de conformidad con un proceso en varias fases. Es evidente que con respecto a la mayor parte de los lugares no se dispondrá de inventarios detallados y tampoco existirá la posibilidad de producirlos, pese a que es esencial que se reúna información básica relacionada con las fuentes y que se pueda utilizar para dar indicios sobre las principales liberaciones. Las primeras fases deberán desarrollarse en el ámbito del país con miras a obtener orientaciones para el acopio de información correspondiente a cada una de las sustancias químicas seleccionadas. A una primera maniobra de acopio de datos puede seguirle una evaluación más detallada que permita obtener datos que complementen series faltantes e incompletas.

Para la fase de acopio de datos se ha de tener en cuenta que las STP preocupantes pertenecerán sobre todo a una de las tres clases siguientes:

- sustancias químicas fabricadas – plaguicidas
- sustancias químicas fabricadas – productos químicos industriales
- subproductos.

En ciertos casos una STP puede pertenecer a dos de esas categorías. En cuanto a las sustancias químicas industriales y los plaguicidas, las fuentes de liberaciones al medio ambiente se determinan en función de los tipos de uso que se haga del producto en cuestión. Esta información facilita una primera orientación al encargado de acopiar los datos para que centre sus esfuerzos en los puntos principales de liberación. La mencionada clasificación puede servir asimismo como recordatorio importante para que no se descuide la posibilidad de liberación de subproductos de sustancias químicas clasificadas como fundamentalmente industriales (por ejemplo, los PCB).

Pueden hallarse valiosas informaciones sobre fuentes de acuerdo con las tres mencionadas clasificaciones en los informes del Taller de la fase PDF-B del proyecto RBA del FMAM. El informe del grupo de trabajo 1 o del Taller 1 (sobre sustancias químicas fabricadas y subproductos) hace referencia detallada a las fuentes de algunas de esas sustancias hasta entonces identificadas. El informe del Taller 2 especifica los principales sectores de aplicación de plaguicidas y el Taller 3 da una lista de esos sectores con referencia a los compuestos organometálicos.

Pueden existir diversas fuentes de STP. En la figura 1 se muestra un flujograma de carácter general en el que pueden verse los caminos que pueden seguir las liberaciones.

recursos locales	materiales aportados		
importación	procesos de	posible formación de	atmósfera
importación	combustión/fabricación	STP como subproducto	agua
exportación	producto	o como producto y sus	suelo
	uso	vías de liberación al	desechos
	evacuación	ambiente	

#### Esquema del ciclo de vida del producto

### Determinación de posibles caminos de liberación de STP

Figura 1: Flujograma general de fuentes y caminos de liberación de STP

Las liberaciones de STP pueden producirse hacia o desde 5 grandes compartimentos y/o medios ambientales, es decir aire, agua, tierra, desechos y productos. Esta sección describe toda la información que convendrá obtener para poder cuantificar las fuentes y establecer un inventario regional de emisiones de STP.

En la mayor parte de los casos para el acopio de datos no bastará con limitarse a consultar las publicaciones. La industria que, sabiéndolo o no, puede causar liberaciones de STP y ciertos usuarios posibles de productos que contengan STP deberán ser consultados pidiéndoles ayuda para reunir la mayor cantidad posible de datos útiles para preparar el inventario de STP. Además, si se quiere alcanzar la necesaria calidad de datos será preciso realizar esfuerzos adecuadamente coordinados para acopiar datos relativos a otras fuentes de STP no industriales, como incendios accidentales, acontecimientos particulares u otras liberaciones, así como datos sobre reservorios y reservas existentes que podrían en el futuro causar liberaciones de STP.

Para recuperar los necesarios datos de la industria, se ha aplicado con éxito el método de utilizar un cuestionario que se envía a usuarios y a otras posibles fuentes de información pertinentes. La figura

2 muestra un ejemplo de cuestionario referente a subproductos de fuentes de combustión liberados a la atmósfera y que se ha preparado a partir del Instrumental Normalizado del PNUMA para el inventario de dioxina. Este se puede utilizar como modelo para los cuestionarios referentes a subproductos preparados durante el proyecto del FMAM. Se prepararán cuestionarios similares para sustancias químicas industriales y plaguicidas. Se señala la conveniencia de preparar cuestionarios semejantes para cada una de las STP que se van a evaluar. A continuación, durante la fase de acopio de datos, se tratará de esas STP. Los cuestionarios sirven como guía para los encargados de la recogida de datos de manera que se asegure que se recoge toda la información importante sobre una determinada fuente de una STP particular y que se toman debidamente en consideración todas las cuestiones relativas a la garantía de la calidad de los datos. Los datos que no se hayan acopiado en condiciones apropiadas disminuirán automáticamente la calidad general de los datos y después influirán sobre el resultado del proyecto del FMAM.

<b>Cuestionario sobre fuentes de PCDD/PCDF</b>											
<b>Incineración de desechos</b>											
Situación	Número de hornos	OC	Cap. de la unidad t/d o m <sup>3</sup> /h	Horas de operación p.a.	Tipo de horno/hornos	Temperatura de horno (°C)	Tipo SCCA	Temperatura de entrada SCCA (°C)	Temperatura de salida SCCA (°C)	Tasa de salida de gases de escape SSCA (Nm <sup>3</sup> /h)	
incineración de desechos municipales sólidos (IDMS)											
incineración de desechos peligrosos (IDP)											
incineración de lodos de alcantarilla											
agregado de peso (p.ej., del despedazador)											
incineración de desechos médicos/hospitalarios											
combustión de desechos de madera y biomasa											
incineración de desechos veterinarios, cadáveres de animales											
<b>abreviaturas:</b>											
tipo de horno	hor.		sistema de control de contaminación atmosférica				scca				
quema de masa/pantalla de agua (parrilla)	parr.		precipitado electrostático				pe				
cama fluidificada	Cf		cámara ciclónica				cc				
atizador	atiz.		filtro de saco				fs				
horno rotatorio	hr		depurador húmedo				dh				
otros (especificuese)			depurador seco				ds				
			inyección de cal				cal				
<b>condiciones de funcionamiento</b>	cf		inyección de NaOH				NaOH				
tipo de lote (p.ej., 100Kg por quema)	lote		carbón activo/inyección de coke				coke/carbón				
discontinuo (p.ej., 8 horas al día)	dis.		filtro de lecho de carbón				filcarb				
continuo (24 horas al día)	con.		convertidor catalítico/sistema dep				cat				
			ventilador de corriente inducida o forzada				vent				
sistema de recuperación de calor	src		nada				nada				

Ejemplo de cuestionario normalizado

Figura 2: Ejemplo de cuestionario normalizado: "Liberaciones a la atmósfera por incineración de desechos", tomado del instrumental de PNUMA para inventarios de dioxina, principal categoría de fuente

A efectos del presente trabajo, se trata de recoger la mayor cantidad posible de datos existentes importantes sobre liberaciones de STP, incluidas emisiones. Para facilitar algunas orientaciones sobre como acopiar los datos, habrá de considerarse que cada STP presenta necesidades específicas a este respecto. Además, las liberaciones a cada compartimiento ambiental tienen exigencias distintas, en particular en lo relativo a la recogida de metadatos de apoyo. Por consiguiente, la información mínima que se señala en el cuadro 2 deberá acopiarse independientemente del compartimiento o medio ambiental en el que o al que se libere la STP. En general, deberán recogerse datos tanto sobre fuentes anteriores como sobre las actuales.

Cuadro 3: Información general que debe recogerse en todas las fuentes de datos sobre STP ensayadas

Información	Importancia *	Observaciones
Tipo de proceso o de fuente	1	Se usa la clasificación estándar
Fuente/referencia	1	Para obtener la información que falta es importante poder conocer el informe original de los datos
Especies y/o grupos químicos exactos notificados y posibles simplificaciones utilizadas, si corresponde	1	Señálense simplificaciones o suposiciones sobre grupos químicos. Si se aplica algún plan TEF y si es así, identificar cuál y asegurar que se aplica el mismo plan a todos los resultados comparados
Unidades de tiempo utilizadas para informar sobre el volumen o las tasas de flujo de masa ( en general se incluye información detallada sobre horas de funcionamiento al año, condiciones de carga, promedio anual de peso de la carga máxima, etc.)	1	Por hora, por minuto, por segundo, etc.; todos los flujos de masa de emisión notificados se basarán en las mismas unidades de tiempo de manera que puedan hacerse comparaciones significativas. Para excluir la utilización de varios planes distintos de funcionamiento anual se recomienda convertir todas las unidades de tiempo en una unidad de funcionamiento, obteniéndose así una tasa de flujo de masa anual en g de STP/a
Límites de detección	2	¿Son elevados por comparación con los niveles medidos? La práctica correcta para la garantía de calidad fija un límite de detección inferior al 10% del valor medido
Informe sobre resultados inferiores al límite de detección	2	Si algunos resultados no alcanzan los límites de detección, cómo se han manejado ( p.ej., incluidos con el valor del límite de detección, la mitad del límite de detección o cero)
Límites de concentración	2	Los valores más bajos y más elevados
Tendencia central (si corresponde)	3	Media, mediana, etc.
Periodo de muestreo	3	Fechas y duración de la campaña de muestreo
Objetivos del muestreo e información sobre el lugar	3	Pruebas de cumplimiento de reglamentos, características del sitio, datos generales de la evaluación, etc.

\* la clasificación de importancias en este cuadro y ulteriores es:

1 = la máxima importancia, 2 = información importante y 3 = información útil

Información que debe recogerse con respecto a las liberaciones a la atmósfera

El aire ambiente puede constituir una fuente de STP a causa del transporte a largas distancias y ulterior precipitación de STP procedentes de otras regiones. Las regiones árticas sirven como perfecto ejemplo de este fenómeno, ya que muchas de las STP que en ellas se encuentran puede determinarse que son consecutivas a una precipitación a partir de la atmósfera. Esta sección se ocupa de liberaciones a la atmósfera, mientras que las STP transportadas a un determinado país por el aire ambiente desde otra región se estudiarán como una actividad distinta. Las STP liberadas a la atmósfera van desapareciendo continuamente a causa de la precipitación atmosférica. La sección sobre concentraciones ambientales (sección 5.2) se ocupa con más detalle de determinar concentraciones de STP en el aire ambiental, así como su precipitación atmosférica.

Las liberaciones de STP como subproductos a la atmósfera proceden sobre todo de fuentes de combustión, acompañando a los gases de escape resultantes del proceso de la combustión. Otros procesos térmicos industriales, como sinterización, pirólisis, secado, tratamiento con humo y otros muchos, también pueden ser considerados como procesos de combustión en lo que respecta a las liberaciones de STP. También se producen liberaciones a la atmósfera por medio de la evaporación y/o volatilización durante y después del uso de productos con STP como, por ejemplo, plaguicidas.

En el cuadro 4 se exponen todos los parámetros que deben tenerse en cuenta además de los señalados en el cuadro 3 para que los resultados de las pruebas de aire/gases de escape sean comparables. Así, todos los datos y los metadatos de apoyo habrán de copiarse para que pueda realizarse un procesamiento y evaluación de datos significativos para el proyecto del FMAM relativo a los subproductos.

Cuadro 4: Información adicional sobre muestreo de aire/gases de escape para obtener información sobre fuentes de subproductos de STP a la atmósfera

Información	Importancia	Observaciones
Volumen de gases de escape o condiciones de tasa de flujo de masa	1	Actual, incluida densidad, o normalizado, húmedo, incluido el contenido de humedad, o seco
Condiciones de los gases de escape en lo que respecta a temperatura, contenido de O <sub>2</sub> y presión (absoluta)	1	La definición de las condiciones normales/estándar en lo que respecta a temperatura, presión y contenido de O <sub>2</sub> deberán ser idénticas para que todos los resultados sean comparables
Unidades en las que se comunican los resultados de los análisis	1	Concentraciones de masa por volumen (p.ej., ng/m <sup>3</sup> ) o concentraciones de volumen por volumen (p.ej., ppm)
Método de muestreo utilizado	2	Muestreador de aire de gran volumen, muestreo pasivo de gas, muestreo de gas extractivo, muestreo isoquinético, etc.
Tipo de muestra	3	Aire total, componente de fase de vapor, fase suspendida, etc.

Información que debe recogerse con respecto a las liberaciones al agua

Los análisis de muestras de agua tomadas de efluentes, alcantarillas y/o escorrentía al agua dulce, estuarios o ambiente marino facilitan una medición directa de la contaminación por STP. A veces, cuando se trata de STP hidrofóbicas como dioxinas, furanos y PCB, la gran mayoría se adsorbe en ciertas partículas presentes en el agua. Pero otras STP, como los compuestos organometálicos, son hidrofílicas y más solubles en el agua.

En esta sección las extensiones de agua no se consideran como fuentes por sí mismas, ya que ni las aguas superficiales ni las subterráneas transportan las STP a grandes distancias en la misma medida en que lo puede hacer la atmósfera. La fuente predominante a larga distancia de STP en la hidrosfera es el tráfico naval, las corrientes oceánicas y los ríos contaminados con STP. La sección sobre concentraciones ambientales da detalles sobre la mayor parte de las cuestiones de muestreo (sección 5.2). Por consiguiente, esta cuestión no se tratará más a fondo en la presente sección. En la mayor parte de los casos el muestreo de efluentes líquidos no ofrece las mismas dificultades que el de gases, ya que son en gran parte insignificantes los cambios de volumen del líquido en relación con temperatura, presión y concentración de contaminantes. Una excepción es la concentración de materias sólidas en el agua, ya que la transición de agua líquida a lodo y en último término a materia sólida como suelo, se hace progresivamente. En este contexto, al agua se le denomina agua líquida con una concentración de sólidos despreciable en cuanto a las propiedades físicas y químicas del líquido como densidad, peso específica, puntos de ebullición y congelación, etc.

El cuadro 5 expone todos los parámetros que deben tenerse en cuenta además de los señalados en el cuadro 3 para que sean comparables los datos sobre el agua acopiados. Así, todos estos datos y también los metadatos de apoyo deberán recogerse para que pueda realizarse un procesamiento y evaluación de datos significativo para su notificación al proyecto del FMAM.

Cuadro 5: Información adicional sobre muestreo de agua en cuanto a fuentes de STP al agua

Información	Importancia	Observaciones
Unidades en que se notifican los resultados analíticos	1	Concentraciones en masa por volumen (p.ej., mg/l), o en masa por masa (p.ej., mg/kg), volumen por volumen (p.ej., ppm), que en agua líquida como aquí se define y en las condiciones del ambiente son intercambiables
Volumen de agua o condiciones de la tasa de flujo de masa	1	Actual (incluida densidad) o normalizada, húmeda (incluyendo el contenido de humedad) o seca
Protocolo de notificación	2	Resultados en relación con el agua o con la materia en suspensión
Tipo de muestra	2	Agua, incluida materia en suspensión/materia en suspensión sola/agua, excluida la materia en suspensión

#### Información que debe acopiarse con respecto a las liberaciones a tierra

Deberá tenerse en cuenta que en la terminología que aquí se utiliza por "tierra" se entiende toda materia que contenga sólidos y que no esté cubierta por la categoría agua. Así, según la definición que aquí se adopta, en ciertas circunstancias particulares la tierra puede actuar como fuente en caso

de liberaciones a partir de zonas altamente contaminadas, lodos, sedimentos u otros materiales contaminados por STP.

En esta sección también se consideran como tierra los sedimentos y se incluyen en la misma categoría. Sedimentos de lagos, estuarios y océanos pueden actuar como fuentes para la liberación de STP que antes se habían depositado.

Comúnmente las muestras de suelos se analizan en cuanto a posibles liberaciones de STP a tierra, tal como se detalla en la sección correspondiente a concentraciones ambientales. El suelo tenderá a actuar como acumulador a largo plazo para muchos de los compuestos que aquí interesan y puede constituir una matriz conveniente para el muestreo y la vigilancia. Las encuestas de suelos pueden realizarse sistemáticamente en escala nacional, regional o local, lo que con frecuencia se hace en las proximidades de una fuente de contaminación.

El suelo, parte importante de la tierra, constituye el principal compartimiento ambiental a partir del cual las STP ingresan en la biosfera basada en la tierra. Los océanos y las grandes extensiones de agua dulce desempeñan el mismo papel en lo que se refiere a la biosfera acuática. Por consiguiente, agua y tierra no sólo son los definitivos reservorios de la acumulación y almacenamiento ambientales de STP sino que además constituyen la fuente definitiva de liberaciones de STP a la biosfera.

Como la tierra no se libera al igual que los gases de escape y/o el agua, para su caracterización como fuente se han de adoptar distintos requisitos. Sólo se tendrá en cuenta el caso especial de sedimentos de lodo o suelo contaminados y que después se liberan al medio ambiente, ya que los requisitos para el muestreo de tierra como reservorio que puede producir concentraciones elevadas de contaminación ambiental ya se han examinado y expuesto en la sección correspondiente a niveles ambientales.

Habrà que tener mucho cuidado en que se reúna la información que se especifica a continuación en el cuadro 6, además de la requerida en los cuadros 3 y 5, según los casos. Debe asimismo advertirse que no siempre va a ser necesaria toda la información, dependiendo del tipo de fuente de tierra investigado. Es evidente que unos lodos contaminados por STP escasamente volátiles e hidrofílicas y liberadas al océano no requerirá la misma información que un suelo contaminado por STP altamente volátiles e hidrofóbicas liberadas a un terraplén en el desierto. Por consiguiente, en caso de duda, deberán seguirse los consejos de los expertos en cuanto a la selección de los correctos parámetros necesarios para obtener la información aplicable a cada caso de tierra que deba considerarse como fuente de liberación de STP. Ello no obstante, el número de casos en los que la tierra actúa como fuente de STP es bastante limitado.

Cuadro 6: Información adicional sobre muestreo de tierra correspondiente a fuentes de tierra hacia agua, aire y tierra

Información	Importancia	Observaciones
Algunas propiedades físicas y/o químicas de la fuente de tierra contaminada	1	Lodo, sedimento, suelo, contenido orgánico, distribución por tamaños de partículas, densidad, etc.
Localización y descripción del sitio de la fuente de tierra	1	Referencia a un mapa (o a una publicación), antecedentes de uso químico del lugar o alrededores, estuario, río/lago de agua dulce, océano
Ambiente alrededor de la fuente de tierra	2	Rural, agrícola, residencial, industrial
Condiciones meteorológicas durante el periodo	3	Dirección de vientos, pluviosidad, radiación solar
Temperatura	3	Alta/baja para posible volatilización, desecado, etc.

#### Información que debe acopiarse con respecto a las liberaciones a desechos

La eliminación de desechos sólidos, la descarga de desechos líquidos y la emisión de gases de escape son probablemente la fuente predominante de liberaciones de STP al medio ambiente. Por consiguiente, los desechos deben considerarse por sí mismos como una importante fuente de STP y el medio predominante en el que numerosas STP se recogen y concentran y a partir del cual se liberan a uno o varios compartimientos ambientales. Los desechos como fuentes provocan liberaciones de STP a la atmósfera, al agua y a la tierra. El único compartimiento que prácticamente no se ve afectado por liberaciones de STP a partir de desechos es el compartimiento de productos. Puede verse con toda claridad que los desechos contienen todos los materiales indeseables que se han separado de los propios productos o que han ido siendo marginados durante los procesos de producción. Además, el propio producto pasa a ser desecho después de alcanzar el final de su vida útil.

En esta sección se utilizará el término desecho de forma que se excluyen los gases de desecho, que se tratan en la sección sobre la atmósfera, las aguas de desecho, que se tratan en la sección sobre el agua, y los desechos de lodos, sedimentos y suelos, que se tratan en la sección referente a la tierra. Así pues, el término desecho se refiere sobre todo a los desechos sólidos cualquiera que sea su forma. Incluye todos los residuos de combustión y producción, desechos sólidos municipales industriales y mineros, y los desechos peligrosos, desechos médicos, etc.

En el cuadro 7 se resume la información que debe recogerse complementariamente a la expuesta en los cuadros 3, 5 y 6.

Cuadro 7: Información adicional sobre muestreo de desechos de fuentes de tierra al agua, aire y tierra

Información	Importancia	Observación
Número exacto de especies químicas liberadas del desecho	2	Dada la compleja mezcla de materiales que contienen los desechos, generalmente se liberan de ellos varios tipos de STP
Número de muestras	2	Para tener en cuenta la variabilidad de las concentraciones de STP, deberán tomarse números estadísticamente significativos
Manejo de las muestras	2	¿Muestras individuales o compuestas? ¿Cuántas muestras y durante qué periodo de tiempo?

### Información que debe acopiarse con respecto a las liberaciones a productos

Las liberaciones de STP en el compartimiento de los productos pueden dividirse en cinco categorías básicas:

7. Liberaciones de STP de productos que ellos mismos son STP. Esta categoría es con mucha diferencia la fuente predominante en el compartimiento de los productos, ya que plaguicidas como el DDT y los organometálicos, como el tributilestano (TBT) son STP, que se siguen produciendo y usando con frecuencia por el mundo entero. Por consiguiente, las cantidades liberadas o las tasas de liberación pueden conocerse y es posible obtenerlas mediante las estadísticas. También el punto de aplicación del producto será conocido y si no deberá determinarse para obtener el lugar de liberación o fuente. También son bien conocidas las especies químicas liberadas. En otras palabras, casi toda la información necesaria para un inventario de fuentes estará fácilmente disponible y en general será precisa y fidedigna. De esta forma puede ser fácil el seguimiento de este tipo de fuente de STP con fines de inventario.
8. Liberaciones de STP a productos. También éstas pueden ser bien conocidas, ya que la calidad de un producto es objeto de vigilancia continua en la mayor parte de los procesos de producción. Si se dispone de una buena información acerca de las contaminaciones con STP y del uso del producto, pueden deducirse las cantidades y destinos de las STP. Esta categoría es algo más difícil de manejar que la primera a causa de que las STP en el producto sólo pueden detectarse a través del propio producto. Esto ya no es tan fácil como en el caso de la categoría 1, ya que no siempre pueden seguirse de cerca todas las aplicaciones del producto pues en muchos casos la contaminación por STP sólo se descubre muchos años después de su comercialización y uso. El aceite contaminado por PCB en los transformadores nos brinda un ejemplo perfecto, ya que inicialmente no se reconoció como problema la contaminación por ese cuerpo. Sólo decenios después de que se iniciase y generalizara el uso de aceites de transformador contaminados por PCB, se descubrió que los PCB son STP, que causan efectos adversos al medio ambiente. Para entonces ya era muy difícil o imposible hacerse con los registros de la distribución del producto contaminado por STP.
9. Liberaciones de STP a partir de productos. Esta categoría es la más difícil de cuantificar. Puede obtenerse una información valiosa identificando productos con STP, STP en otros productos y reservorios de STP. En último término es importante evaluar las liberaciones de STP de todas esas procedencias al medio ambiente. Se incluyen todos los productos que contienen STP y a

partir de los cuales se liberan durante la vida útil. Los plastificantes de PVC que recientemente han suscitado sospechas como perturbadores del sistema endocrino son miembros típicos de este grupo. Como casi nunca se conoce bien cómo, cuándo y dónde se producen esas liberaciones, es muy difícil cuantificar como fuente con fines de inventario las STP de este tercer grupo. Afortunadamente, esta categoría es con toda probabilidad la menos importante de las tres como fuente de liberaciones de STP.

10. Reservorios de STP, por ejemplo en forma de depósitos de productos de STP. Aun cuando los depósitos no se consideren como fuentes activas de STP en la medida en que no liberen estos productos en el medio ambiente, aún deberán señalarse como posibles fuentes futuras de STP y podrían tener gran prioridad para la acción preventiva. Todos los datos disponibles sobre depósitos de STP deberán ser comunicados al equipo regional.
11. La importación y exportación de productos que contenga STP más la producción nacional si existe. Estas cifras pueden obtenerse con una precisión razonable consultando las estadísticas nacionales que dan una primera estimación aceptable sobre uso regional de STP y productos que contienen STP. También puede obtenerse información de otras fuentes como la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación o de los abastecedores, en el mejor de los casos coordinados en el ámbito regional o mundial. Pero debe advertirse que las categorías que se utilizan en las estadísticas nacionales pueden no corresponder a las necesidades del proyecto y diferir de ellas.

En los informes de los talleres del FMAM, que deberán ser consultados, se encuentran ciertas informaciones útiles acerca de las modalidades más frecuentes del uso de plaguicidas. En estos y en otros trabajos pueden obtenerse orientaciones generales que permitirían dirigir al encargado del acopio de datos hacia las fuentes más probables y los sectores más importantes en cuanto al uso de las sustancias químicas que figuran en las listas. En el compartimiento de los productos puede realizarse un muestreo de STP con relativa facilidad si se obtiene una cantidad suficiente del producto, asegurándose de que ésta es representativa de su producción general o de su uso. Los análisis pueden ser complejos y están sometidos a interferencias. En ciertos casos la composición del producto y la concentración de STP en él pueden ser conocidas y el muestreo puede no ser necesario. En la mayor parte de los casos, la composición del producto y las STP liberadas a través de él, en su interior o a partir de él se conocen con exactitud, de manera que es inútil realizar cualquier esfuerzo de muestreo. Por consiguiente, no se dan más detalles acerca de la cuestión del muestreo.

El cuadro 8 da toda la información necesaria que, añadida a la del cuadro 3, permitirá determinar con exactitud cuál es la tasa anual de liberación de STP en el compartimiento de los productos.

Cuadro 8: Información adicional sobre productos por relación a fuentes desde la tierra al agua, aire, tierra y desechos

Información	Importancia	Observaciones
Especificación química exacta del producto que contiene STP, incluido su nombre comercial	1	En general se puede obtener información fidedigna del fabricante/proveedor
Cantidad del producto aplicada o utilizada dentro de la región del inventario	1	Esta información también puede ser fácil de obtener del vendedor y/o usuario del producto
Cantidad de STP liberada a partir o a través del producto	1	También esta información suele poderse obtener del fabricante
Se sigue produciendo o periodos en que se ha producido (fechas de comienzo y de final)	2	La historia de la producción es importante para la identificación de lugares de peligro
Localización, nombre de la empresa	3	
Cantidad actualmente producida	2	Exprésese en toneladas al año
Cantidades importadas cada año	2	Exprésese en toneladas al año
Origen de las importaciones	3	Países, empresas, etc.
Cantidad exportada cada año	2	Exprésese en toneladas al año
Destino de las exportaciones	3	Países, usos
Depósitos: identidad química	2	Enumérense los principales constituyentes
Cantidad total en los depósitos	2	
Método de almacenamiento	3	Envasado (en contenedores, sin contención), ambiente abierto, con derrames, etc. o sujetos a erosión, etc.
Medio ambiente local	3	Cerca de aguas de entrada, vecindad residencial, etc.

## 11.2 Concentraciones ambientales

En el presente documento se establece una serie de categorías de los datos ambientales definidos en su sentido amplio. Para cada una de las categorías se dan orientaciones en forma de una breve introducción y una lista de datos que pueden servir para describir los objetivos, criterios y hallazgos de un determinado estudio y colocar todo ello en su contexto. A cada punto se le asigna un "indicador de importancia" que muestra hasta qué punto la información es fundamental: 1 señala la

máxima importancia y 3 la menor. Estos datos servirán para realizar comparaciones significativas entre distintas series.

La información sobre concentraciones ambientales de STP puede estar relacionada con los siguientes medios generales:

- Suelo
- Sedimento
- Atmósfera y precipitación
- Agua (dulce, océano, estuarios)
- Vegetación
- Animales/aves (marinas y terrestres)
- Alimentos humanos y piensos animales
- Seres humanos

### Orientaciones Generales

La mayor parte de los datos sobre concentraciones ambientales de contaminantes de STP no se han reunido con intención de dar series de datos comparables, sino que se han obtenido sobre todo en estudios individuales con fines de investigación, vigilancia, estudios concretos locales o con miras a hallar niveles básicos generales. Además no se dispone de protocolos universalmente aceptados o aplicados para el muestreo, los análisis y la preparación de los informes. Los datos se han podido reunir bajo la égida de organizaciones de investigación o de organizaciones gubernamentales, y algunos, aunque no todos, figuran en publicaciones científicas internacionales.

En este trabajo se trata de reunir la mayor cantidad posible de datos pertinentes. Se ha preparado la guía de manera que facilite la compilación y análisis de esas informaciones. Las orientaciones que se dan en esta sección tratan de facilitar el cotejo de datos de manera que puedan realizarse comparaciones razonables.

La guía indica qué información adicional interesante puede obtenerse de estudios que reunidos permitirían suplementar los resultados analíticos. Cuanto mayor sea la semejanza entre distintos estudios más probabilidades habrá de que se puedan realizar comparaciones.

Entre las informaciones fundamentales para que puedan realizarse comparaciones figuran:

- Que los resultados se expresen sobre una misma base (por ejemplo, grasa o materia seca)
- Que se sepa de qué forma se comunican los resultados (por ejemplo, promedios, medianas, límites)
- Que haya una buena compatibilidad entre los objetivos del estudio (por ejemplo, no puede compararse una encuesta en las proximidades de una fuente de alta concentración con las concentraciones básica de otro país)

- Que se identifique la matriz que se está muestreando (por ejemplo, un mismo tipo de muestras de suelo o las mismas especies de animales en distintos lugares)

Puede obtenerse información importante de estudios que sean internamente coherentes aunque se hayan realizado a lo largo de varios años. Éstos podrían no ser inmediatamente comparables con otros pero facilitarían los datos que, bien acopiados, podrían dar una información importante sobre tendencias en el tiempo de las STP interesantes.

Ciertas informaciones relativas a una muestra o al contexto en que se ha realizado un estudio que haya dado resultados analíticos incluíbles en la evaluación serán comunes a todas las muestras ambientales recogidas en el marco del proyecto del FMAM. En el cuadro 9 se enumeran estos requisitos generales de información.

Cuadro 9: Información general necesaria para todas las muestras ambientales

Información	Importancia	Observaciones
Especies y/o grupos químicos exactos notificados y posibles simplificaciones utilizadas, si corresponde	1	Tener en cuenta las simplificaciones o presuposiciones para los grupos químicos. Utilizar los números CAS cuando existan. Si se aplica algún plan de FET, identificar cual y asegurarse de que el mismo se aplica a todos los resultados comparados
Matriz de la muestra	1	Suelo, sedimento, aire, agua, alimentos, etc.
Fuente/referencia	1	Para poder detectar el origen de los datos
Tipo de muestra	1	Individual, compuesta, mezclada
Localización del muestreo	1	Mapa de referencia, coordenadas GPS, etc.
Método de muestreo	2	Véase cada matriz
Resultados y unidades del análisis	1	Especificación exacta de unidades y bases, por ejemplo, peso en fresco, materia seca, grasa, contenido de carbono orgánico, etc.
Métodos analíticos y sus límites de detección	3	
Notificación de resultados inferiores a los límites de detección	2	Si algunos de los resultados están por debajo de los límites de detección, cómo se notifican, por ejemplo ND=0, ND=DL o ND=DL/2.
Límites	2	Mínimo, máximo
Tendencia general (si corresponde)	2	Especifíquese mediana/media y número de puntos
Objetivos del estudio y descripción general	1	Específico de sitio, evaluación general, evaluación de población
Condición de la muestra	2	Fechas, duración, condiciones meteorológicas

## Suelo

En general las muestras de suelos se someten a análisis en busca de STP. En el suelo tienden a acumularse a largo plazo muchos de los compuestos que interesan y puede constituir una buena matriz para el muestreo y la vigilancia. Las encuestas de suelos se pueden realizar sistemáticamente en los ámbitos nacional, regional o local (con frecuencia en la proximidad de una fuente de contaminación).

Las muestras de suelo se toman a distintas profundidades, a veces en relación con el uso que se hace de la tierra (por ejemplo, más profundamente en suelos arados que en pastos), y en algunos casos los resultados se ponen en relación con las distintas capas del suelo, lo que también se conoce como horizontes. En los análisis pueden incluirse residuos superficiales, como los lechos de hojas secas.

Cuadro 10: Información adicional sobre muestras de suelos

Información	Importancia	Observaciones
Ambiente próximo	2	Remoto, rural (agrícola), residencial, industrial
Tipo de muestra	1	Superficie, con pala (profundidad de muestreo), núcleo: composición, lugar de la muestra
Acuerdos sobre notificación	1	Peso en húmedo/peso en seco, etc.
Contenido de humedad	2	Esencial si los resultados se dan sobre base húmeda
Contenido de carbono orgánico	2	Importante para comparar series de datos
Características del suelo muestreando	2	Tamaño típico del grano; arcilla, limo, arena, etc.
Historia del suelo	2	Tipos de usos importantes para la contaminación con STP
Situación	1	Referencia al mapa o a otros localizadores

## Sedimento

Las muestras de sedimentos tomadas de lagos, estuarios y océanos son muy útiles pues con frecuencia se pueden dividir en submuestras que se vinculan a periodos de tiempos diferentes, específicos e identificables, con lo que se pueden obtener datos sobre tendencias a largo plazo. En algunos casos existe información suficiente para que los datos sobre concentración de los sedimentos se puedan vincular a las tasas de las aportaciones y, en ciertos casos, cuando las aportaciones atmosféricas son las únicas que llegan al sistema sedimentario, se pueden vincular a tasas de depósitos aéreos. Naturalmente toda degradación significativa de los sedimentos se examinará y tomará en consideración para evaluar la tendencia en el tiempo de la información.

Cuadro 11: Información adicional sobre muestras de sedimento

Información	Importancia	Observaciones
Localización	1	Referencia en el mapa u otros localizadores
Tipo de muestra	1	Muestra con cuchara/núcleo, etc. a veces en relación con las fechas
Acuerdo sobre notificación	1	Resultados sobre base de carbón orgánico, en húmedo/en seco
Contenido de humedad	2	Esencial si los datos se dan sobre base húmeda
Contenido de carbono orgánico (CO)	2	Esencial si los datos se relacionan con el CO
Evidencia de posibles impactos de STP	2	Efluentes industriales, puertos, etc.
Características de la muestra	2	Tamaño del grano
Descripción del sitio	2	Estuarios, ríos/lagos de agua dulce, océano; zona sometida sólo a depósitos a partir del aire

Aire (incluidos los depósitos)

La vigilancia de STP en el aire se puede hacer continuamente durante un largo periodo de tiempo o durante breves periodos, y las muestras se pueden tomar de estaciones nacionales o regionales en series continuas o pseudocontinuas de concentraciones en la atmósfera. Otra posibilidad son los datos sobre concentración en el aire relacionados con episodios concretos de muestreo vinculados con frecuencia a fuentes conocidas o presuntas de contaminación.

Algunos estudios miden los depósitos de STP a partir del aire. Sobre estos depósitos influye cierto número de propiedades de los compuestos de que se trate, la situación meteorológica y el diseño del sistema de muestreo. Los depósitos a partir de la atmósfera pueden obedecer a diversos mecanismos, como los "depósitos húmedos" con lluvia y niebla, las "partículas secas" en las que el material problema se deposita junto con las partículas o los depósitos de "vapor seco" en los que los contaminantes en fase gaseosa se adsorben en un receptor.

Sobre los resultados de los ensayos de sedimentación pueden influir en gran medida las condiciones existentes durante la operación y el diseño del sistema de muestreo. Es preciso tener mucho cuidado cuando se comparen valores entre distintos estudios.

Cuadro 12: Información adicional sobre muestras de aire

Información	Importancia	Observaciones
Método de muestreo	2	Descripción o referencia al método estándar
Ambiente próximo	2	Remoto, rural (agrícola, con inclusión de las prácticas dominantes), residencial, industrial. Posibles impactos conocidos de fuentes de STP
Periodo de muestreo	2	Fechas y duración
Condiciones meteorológicas durante el muestreo	3	Dirección del viento, pluviosidad, temperatura; estación

### Agua

Las muestras de agua (agua dulce, estuarios o ambientes marinos) permiten obtener una medida transitoria de la contaminación por sustancias tóxicas persistentes. Ciertas STP, como dioxinas, furanos y PCB, quedan sobre todo adsorbidas en las partículas presentes en el agua y una estrategia alternativa sería muestrear sólo la materia de partículas. La tendencia de los contaminantes a ser altamente insolubles significa que en general en el agua sólo se encontrarán niveles bajísimos y, por consiguiente, será difícil proceder al muestreo y análisis. Como las mediciones de agua sólo dan una imagen transitoria de la concentración de contaminantes y no actúan como integrador, es posible que las muestra de agua no coincidan con las liberaciones de contaminantes y, por consiguiente, den una información que podría inducir a error. Los sedimentos pueden dar una mejor imagen a largo plazo.

Cuadro 13: Información adicional de muestras de agua

Información	Importancia	Observaciones
Tipo de muestra	1	Agua subterránea, aguas de superficie, ríos, océanos, etc. agua que incluye materia suspendida/materia suspendida solamente/agua que excluye materia suspendida. Mezclas, etc.
Notificación al convenio	1	Resultados en relación con el agua/sólidos, etc.
Periodo de muestreo	2	Fechas y duración
Condiciones meteorológicas durante el periodo	3	Si afectan a la muestra, por ejemplo, escorrentía de tormentas
Posibles impactos	2	P.ej., cualquier fuente de STP conocida que esté próxima
Efluentes industriales en la zona	1	Si hay, especifíquese

## Vegetación

La vegetación puede servir de importante punto de entrada de STP a la cadena alimentaria terrestre y, desde ahí, puede contribuir considerablemente a la exposición humana. Allí donde se están incluyendo en el estudio compuestos lipofílicos semivolátiles (típico de las sustancias COP), las barreras ceras de las hojas/aguja de las plantas actúan como captadores relativamente eficientes de los contaminantes atmosféricos. Por consiguiente, las concentraciones en la vegetación pueden representar un adecuado integrador e indicador de niveles de los contaminantes atmosféricos durante periodos como semanas, meses o incluso varios años.

Cuadro 14: Información adicional sobre vegetación

Información	Importancia	Observaciones
Medio ambiente próximo	2	Remoto, rural (agrícola), residencial, industrial, cerca de una fuente puntual
Notificación al convenio	1	Resultados correspondientes a peso en seco/peso en húmedo, etc.
Contenido de humedad	2	Esencial si los resultados son sobre base húmeda
Nombre y características de la vegetación	2	Nombre de la planta. Hojas caducas, características importantes del medio muestreado, raíces, etc.

## Animales marinos y de agua dulce, incluso aves

Los animales que viven en el mar o sobre él y en aguas interiores pueden actuar como importantes integradores de la contaminación ambiental, en particular de las sustancias tóxicas persistentes. Los muestreos de determinadas especies de aves, crustáceos, peces o mamíferos pueden facilitar información sobre las concentraciones de contaminantes en importantes zonas geográficas y dar útil información sobre acumulación en la cadena alimentaria. Esta información puede dar valiosas indicaciones sobre probable contaminación, por ejemplo, de animales superiores que se alimenten de peces y puede asimismo facilitar indicaciones directas sobre la contribución de ciertos alimentos a la ingesta humana de contaminantes con la dieta.

Se han realizado numerosas encuestas de seres vivos en muy diversos lugares del mundo. Es importante conocer hasta cierto punto la naturaleza y costumbres de la matriz muestreada para que los datos obtenidos puedan explotarse con el máximo provecho: tipos de alimentación de determinadas aves y territorios en los que una determinada especie puede alimentarse. Los datos obtenidos de especies migratorias informarán menos acerca de la situación de una determinada localización geográfica.

Cuadro 15: Información adicional sobre animales acuáticos

Información	Importancia	Observaciones
Descripción exacta de los tipos de especies observados	2	Nombre en latín y nombre común
Resumen de información sobre la especie	2	Comportamiento típico: alimentación, sedentaria o migratoria, tiempo de vida
Notificación para el convenio	1	Resultados sobre peso total/peso de grasa, etc.
Contenido de grasa y humedad y variabilidad	2	Especialmente importante si los resultados se refieren al peso fresco o al contenido de grasa
Longitud y diámetro del animal	2	Indicador de la edad
Número y tipo de la muestra	1	Número de muestras. Animal completo/órgano aislado, edad, composición de sexos o muestras tomadas en el lugar

Animales terrestres, incluidas aves

Las encuestas sobre niveles de STP en aves y animales terrestres pueden servir para evaluar los probables impactos sobre la salud de las poblaciones y también para señalar la difusión geográfica de la contaminación. En ciertos casos el análisis de los depredadores situados en los niveles superiores de la pirámide alimentaria puede mostrar la acumulación de STP en la cadena alimentaria e indicar cuál es el nivel general del contaminante en el medio ambiente que se considera.

Cuadro 16: Información adicional sobre animales y aves terrestres

Información	Importancia	Observaciones
Descripción de los tipos de especies observados	1	Nombre exacto
Número y tipo de la muestra	1	Número de muestras. Animal completo, órgano aislado, huevo, etc.
Resumen de las características de la especie	2	Límites geográficos, especies locales/migratorias, principales alimentos
Notificación para el convenio	1	Resultados sobre la base del peso completo/en seco/grasa

### Alimentos y leche de vaca

La vigilancia de los alimentos humanos da una indicación muy directa de la posible exposición del ser humano a sustancias tóxicas persistentes. Pueden obtenerse indicios sobre la exposición con la dieta utilizando datos sobre consumo medio de alimentos junto con los correspondientes a las concentraciones de compuestos halladas en estos alimentos cuando están preparados para su consumo (p.ej. cocinados). Por otra parte, pueden evaluarse exposiciones más localizadas examinando niveles en productos específicos y características locales de consumo, por ejemplo, exposición de pescadores de subsistencia que comen una elevada proporción de los peces que pescan en el lugar.

En diversos lugares se ha utilizado la leche de vaca como marcador de contaminación ambiental. Las vacas que pastan en campo abierto mantienen un vínculo relativamente directo entre los niveles de varios contaminantes en la hierba y los niveles de contaminantes que se encuentran en la leche. Este puede ser un importante indicador ya que los niveles en la hierba tienden a reflejar los existentes en la atmósfera y, por consiguiente, responden con relativa rapidez a los cambios en las liberaciones al aire, además de que las concentraciones en la hierba y, después, en los animales que pastan pueden constituir una fracción importante de la exposición total con la dieta en ciertos países. Cuando el ganado es parte importante de la agricultura, la leche, los productos lácteos y la carne pueden aportar una significativa contribución a la exposición total.

Los piensos de los animales se pueden analizar pues existe una relación directa entre las STP que existen en los materiales con que se alimentan ciertos animales y la posible exposición de los últimos consumidores. Se parte del supuesto de que los datos en este campo procederán asimismo de encuestas y muestras tomadas con la intención concreta de evaluar concentraciones en piensos, y no de vigilar los niveles existentes en una población animal o en la vegetación comestible. Por consiguiente, es probable que se dé información sobre concentraciones de STP en las partes comestibles de plantas y animales, más que en animales concretos o en órganos específicos (por ejemplo, hígado). Pueden analizarse muestras mixtas de alimentos al detalle para obtener una evaluación general de niveles, y también pueden realizarse encuestas específicas que indiquen la existencia de contaminaciones localizadas. Es probable que estas encuestas hechas sobre un conjunto de alimentos o de alimentos al detalle muestren cuál es la contaminación media pero no revelen toda la gama de concentraciones en los alimentos con los que se forman las muestras mixtas.

La inclusión de alimentos importados y de alimentos transportados a largas distancia puede reducir el número de conclusiones que pueden extraerse acerca de la difusión geográfica de la contaminación, a no ser que el estudio tenga algún objetivo específico.

Cuadro 17: Información adicional sobre alimentos y piensos

Información	Importancia	Observaciones
Tipo de muestra	1	Grupo o tipo de alimentos. Mixto/ en el lugar
Descripción de los tipos de alimentos estudiados	1	Corte de carne, nombre de la fruta, muestras animales comestibles o total. Si incluye o no alimentos importados. En cuanto a los piensos, especificar el uso a que se destinan. Contenido de grasa, si se conoce
Preparación del alimento	2	Cocinado, crudo, total o parte
Notificación para el convenio	1	Resultados sobre peso total/grasa

### Niveles en el ser humano

El grupo críticamente expuesto a numerosas STP puede ser el propio ser humano, pues es este el que desempeña el papel de máximo depredador, el que vive durante largo tiempo y el que acumula contaminantes. Además es lo más probable que los efectos crónicos poco manifiestos y las subpoblaciones fuertemente expuestas sean motivo de considerable inquietud, mientras que en otras especies de mamíferos la preocupación más inmediata se refiera a la salud general de la población.

Los datos sobre niveles de STP en seres humanos se obtienen sobre todo a partir de muestras reunidas y que sean lo menos intrusivas posibles, por ejemplo, mezclas de sangre o de leche humanas, más que concentraciones en tejidos u órganos.

Las concentraciones de STP dependerán en gran medida de factores como la dieta, la exposición profesional, la edad o la lactancia materna; por consiguiente, esta información básica es muy importante.

Cuadro 18: Información adicional sobre muestras humanas

Información	Importancia	Observaciones
Tipo de muestra	1	Sangre, suero, grasa, hígado, leche materna, etc.
Notificación para el convenio	1	Resultados sobre la base de peso total/grasa, etc.
Resumen de características de la población o subpoblación	2	Localización geográfica, edad, sexo, exposición profesional, características específicas de la dieta, fumador o no, etc.
Contenido de grasa y variabilidad	2	Especialmente importante si los resultados se ponen en relación con el peso en fresco o el contenido de grasa

### **11.3 Impactos ambientales**

Los estudios experimentales acerca de los efectos de las sustancias sobre la salud se suelen encontrar en las publicaciones. En general, los efectos sobre la salud de una determinada exposición no difieren entre unas regiones y otras. La mayoría de los datos experimentales sobre efectos ambientales se encuentran en publicaciones realizadas en condiciones normalizadas y generalmente

reflejan la situación en la región templada. Pero en muchas regiones la situación es muy distinta, de manera que convendrá acopiar la mayor información posible sobre efectos ambientales adversos en distintas regiones. Del mismo modo es importante notificar todos los estudios sobre efectos realizados con especies locales y/o en las circunstancias locales. También son extraordinariamente valiosos los resultados de anteriores evaluaciones de STP realizadas en la misma región.

### Efectos en gran escala

Es difícil vincular los efectos en gran escala con cada una de las sustancias tóxicas persistentes. El medio ambiente está expuesto a una compleja mezcla de sustancias y a otros factores de estrés, de manera que es casi imposible vincular un determinado cambio con una sustancia concreta. También es difícil diferenciar entre los efectos de actividades antropogénicas y los de las grandes variaciones naturales que se producen en el ambiente.

Pese a todas esas dificultades es esencial que se recojan todos los efectos en gran escala que se hayan observado en la región. El total de la información del conjunto del proyecto puede revelar correlaciones que son difícilmente detectables dentro de cada una de las regiones por sí mismas. La forma de estas notificaciones puede variar en función de cada caso, pero en el cuadro 19 se especifica cuál sería la información más importante.

Cuadro 19: Información que debe acopiarse sobre efectos e impacto ambiental

Información	Importancia	Observaciones
Tipo de efecto	1	Enumerar todos los efectos, pero especificando efectos críticos, como cáncer y efectos reproductivos. Advertir el nivel de organización ensayado, p.ej. individuos, poblaciones, ecosistemas
Especies afectadas	1	Utilizar por lo menos los nombre en latín
Estimaciones cuantitativas	1	Número de individuos o % de población
Superficie	1	Tipo, extensión y situación
Referencia	1	Comparación con otros lugares o con situaciones anteriores
Información sobre STP	1	Cualquier dato sobre emisiones y/o concentraciones ambientales en el lugar
Fuente/referencia	1	Para poder conocer el origen de los datos
Cómo se encontró el efecto	2	Vigilancia sistemática, mediciones en lugares peligrosos o por casualidad
Investigaciones	2	Cualquier hipótesis ensayada
Hipótesis	2	Cualquier hipótesis no ensayada

### Efectos locales

Las emisiones de STP a partir de fuentes puntuales pueden causar efectos locales fácilmente referibles a un determinado producto químico. Puede tratarse de emisiones por producción o uso de las sustancias o de pérdidas accidentales o a partir de desechos. Al proyecto del FMAM le interesa conocer la presencia de esos casos en la región. Los efectos pueden notificarse de conformidad con el cuadro anterior sobre efectos en gran escala, mientras que las emisiones y las concentraciones ambientales se notificarán de conformidad con las orientaciones que se dan en las correspondientes secciones del informe.

Cuadro 20: Información que debe acopiarse sobre efectos locales

Información	Importancia	Observaciones
Tipo de efecto	1	Enumerar todos los efectos, pero especificando efectos críticos, como cáncer y efectos reproductivos. Advertir el nivel de organización ensayado, p.ej. individuos, poblaciones, ecosistemas
Especies afectadas	1	Utilizar por lo menos los nombre en latín
Estimaciones cuantitativas	1	Número de individuos o % de población
Superficie	1	Tipo, extensión y situación
Referencia	1	Comparación con otros lugares o con situaciones anteriores
Información sobre STP	1	Cualquier dato sobre emisiones y/o concentraciones ambientales en el lugar
Fuente/referencia	1	Para poder conocer el origen de los datos
Cómo se encontró el efecto	2	Vigilancia sistemática, mediciones en lugares peligrosos o por casualidad
Investigaciones	2	Cualquier hipótesis ensayada
Hipótesis	2	Cualquier hipótesis no ensayada

En cuanto a los efectos locales, es importante reunir información sobre todas las sustancias químicas emitidas y no sólo sobre los ingredientes activos. Se incluyen, por ejemplo, solventes, ingredientes inertes de la preparación, impurezas, subproductos y otros cuerpos químicos que hayan podido emitirse.

### Resultados del ensayo

Además de los datos normales de laboratorio que figuran en las publicaciones, para la evaluación regional son muy interesantes los resultados de los efectos sobre especies locales y/o en las condiciones locales. Por consiguiente, deberá reunirse toda esa información y sobre todo la que se muestra en el cuadro 21, que es la más importante.

Cuadro 21: Información que debe reunirse sobre resultados de los ensayos

Información	Importancia	Observaciones
Sustancias (s)	1	Nombre y número CAS
Tipo de efecto	1	Enumerar todo los efectos, especificando los efectos críticos, como cáncer y efectos sobre la reproducción. Señalar el nivel de organización, p.ej. subcelular, tejido, individual, ecosistema
Especies	1	Utilizar por lo menos el nombre en latín
Condiciones	1	Temperatura, medio, duración del ensayo
Resultados de toxicidad (CE <sub>50</sub> , CL <sub>50</sub> , DL <sub>50</sub> )	1	Especificar exactamente las unidades
Concentración sin efecto	1	Si se conoce. Especificar exactamente las unidades
Dosis linear - respuesta	2	
Pureza de las sustancias ensayadas	2	Especificar exactamente las unidades

### Evaluaciones regionales

Es posible que en la región ya se hayan hecho otras evaluaciones anteriores sobre efectos de las STP y éstas serían muy interesantes para el proyecto del FMAM. En el cuadro 22 se da importante información para la notificación de esas evaluaciones.

Cuadro 22: Información que debe reunirse sobre evaluaciones regionales

Información	Importancia	Observaciones
Sustancia (s)	1	Nombre y número CAS
Superficie	1	Cobertura geográfica
Efectos críticos	1	Señalar NSEO y, si corresponde, NBEO
Especies	1	Usar por lo menos los nombres en latín
Riesgo identificado	1	¿Se trata de un riesgo inaceptable?
Medidas de control	2	Señalar las medidas adoptadas para mejorar la situación y su tipo
Mejoras	2	Toda información sobre la situación actual
Fuente/referencia	1	Para que pueda conocerse el origen de los datos
Objetivos	2	Razón porque la que se ha hecho la evaluación
Vigilancia	2	Especificar si se vigila como evoluciona la situación

La evaluación del riesgo puede ser absolutamente específica del lugar y si se hacen extrapolaciones, será con el máximo cuidado.

#### Valores de guía regionales

Para la evaluación de las concentraciones ambientales de STP encontradas será útil tener acceso a todo tipo de valores y normas de guía/acción que se hayan aplicado en materia de medios ambientales en la región. Esos valores de guía se utilizan con frecuencia para proteger a trabajadores/consumidores/naturaleza de una exposición inaceptable a sustancias químicas específicas. En la página de bienvenida del PNUMA dedicada a los COP (<http://ww.chem.unep.ch/pops/newlayout/infpopsalt.htm>) se da una lista bastante completa de esos datos sobre los 12 COP del PNUMA, pero si es preciso estudiar otras sustancias es difícil recuperar los correspondientes datos. Por consiguiente se recomienda que toda información disponible de este tipo, por lo menos para las demás STP, se reúna y comunique al equipo regional. Estas normas/valores guía reciben distintos nombres, por ejemplo:

- límites/concentraciones máximos de residuos.
- límites aceptables/tolerables.
- ingestas diarias o semanales aceptables/tolerables.

- concentraciones máximas permisibles.
- valores límites de umbral.
- niveles de guía.

En la tabla siguiente se expone la información importante que debe reunirse acerca de estas normas/valores de guía.

Cuadro 23: Información que debe reunirse sobre valores de guía regionales

Información	Importancia	Observaciones
Sustancia	1	Nombre y número CAS
Valor numérico	1	Especificar exactamente las unidades
Protocolo de notificación	1	Concentraciones sobre la base de peso en fresco, seco o líquidos
Medio	1	Aire, agua, alimentos, agua de bebida, agua subterránea
Entidad protegida	2	Seres humanos/trabajadores, organismos específicos, medio ambiente
Situación oficial	2	Legal, acción, consejo
Acción para la gestión del riesgo	3	Qué tipo de medidas habrán de iniciarse si se exceden los niveles de guía

## 12. Evaluación de los datos

Un paso importante del proyecto del FMAM será el de reunir, organizar y evaluar la información y los datos acopiados durante las etapas de reunión de datos que se describen en la sección 5.

Del procesamiento y evaluación de los datos se encargará exclusivamente el equipo regional o las personas a las que éste haya autorizado explícitamente. Como el proyecto del FMAM se destina a obtener información normalizada y comparable en el mundo entero, si se quiere asegurar una evaluación normalizada es fundamental que esté garantizada la calidad de los datos y las mediciones.

Además es preciso darse cuenta de que las diferencias entre las cantidades de datos disponibles para una determinada STP dentro de distintas regiones van necesariamente a rendir datos de calidad diferente. En general, la calidad de los datos va a mejorar a medida que aumenta su cantidad disponible. Por consiguiente, cuantos más datos existan, más rigurosos pueden ser los requisitos que aseguren su calidad. Pero cuando se disponga de escasos datos, se podrá fijar un límite mucho más

bajo para eliminarlos. El equipo regional, que es el que evalúa los datos reunidos, deberá hallar un equilibrio razonable entre la garantía de calidad de los datos y su disponibilidad. En ciertos casos será mejor utilizar unos datos imperfectos que carecer totalmente de datos, mientras que en otros sólo podrá seguirse el proceso utilizando datos de gran calidad. En general, las comparaciones serán más fidedignas cuando se hagan entre series limitadas de datos obtenidos en las mismas condiciones y con estudios que tengan los mismos objetivos y diseño. Es evidente que al equipo regional llegarán muchos datos que no reúnan esas condiciones. La sección sobre acopio de datos del Documento de Guía se ha diseñado para asistir al equipo regional en la reunión y análisis de la información. Los tres elementos fundamentales del proyecto del FMAM relativo a inventarios de fuentes de STP, concentraciones ambientales e impactos sobre el ser humano y el medio ambiente serán:

- Realizar comparaciones entre zonas y regiones;
- Evaluar la importancia de la información recibida (si señala alguna causa de inquietud);
- Establecer un orden de prioridades entre los resultados, sobre todo cuando haya motivo de inquietud, para orientar otras posibles intervenciones del FMAM.

Este informe sobre guía de procedimiento trata de transmitir una valiosa información adicional y una experiencia en materia de estudios que complementen los estudios analíticos. Cuanto más similares sean los distintos estudios más probabilidades habrá de que se puedan hacer comparaciones. Para que las comparaciones sean aceptables habrán de reunirse los siguientes requisitos fundamentales:

- Que los resultados se expresen en una misma base.
- Que se explique en qué forma se notifican los resultados (por ejemplo, medias, medianas, límites).
- Que exista una buena compatibilidad entre los objetivos del estudio (por ejemplo, no comparar una encuesta referida a una fuente puntual peligrosa con la contaminación general básica de otro país).
- Equivalencia en la matriz que se muestrea (por ejemplo, muestras de suelo equivalentes o muestras de gases de escape de combustión)

Se puede obtener importante información mediante estudios que sean internamente coherentes aunque se hayan realizado a lo largo de un periodo de años. Éstos podrían no ser inmediatamente comparables a otros estudios pero facilitarían datos sobre STP que, reunidos con acierto, pueden facilitar importante información sobre tendencias en el tiempo de STP de interés para la determinación de fuentes, concentraciones ambientales o impactos.

Se pretende que esta guía sea aplicable en el nivel del equipo regional. Este recibirá datos de los muchos individuos o instituciones a los que se ha encomendado la etapa de acopio de datos. Será preciso realizar el cotejo, compilación y presentación de esta masa de datos para que puedan realizarse comparaciones significativas en el ámbito de la región. Evidentemente, la cobertura variará de unas sustancias químicas a otras y de unos países a otros.

### **6.1. Información y datos en relación con la fuente**

Información para el procesamiento y evaluación de datos sobre liberaciones a la atmósfera

Para determinar las liberaciones de STP al aire ambiente será preciso calcular la tasa de emisión. Como se ha dicho antes, las emisiones de STP se suelen notificar como tasa de flujo de masa de cada una de las STP, o de éstas en grupo, por unidad de tiempo.

Pero, sobre todo tratándose de emisiones de STP a la atmósfera, lo más frecuente es que se notifiquen concentraciones medidas de STP sobre una base de masa por unidad de volumen de emisión de gases (de escape) que contengan STP. Estos informes son un reflejo directo de los resultados analíticos obtenidos de las mediciones de muestras de gases. Las tasas de volumen de flujo asociadas de gases (de escape) que contengan STP emitidas por unidad de tiempo se notifican también como medidas realizadas durante la campaña de muestreo. Ambos valores, si se multiplican correctamente, permiten obtener la deseada tasa de flujo de masa de STP por unidad de tiempo.

Pero será preciso tener mucho cuidado para multiplicar correctamente los dos valores medidos (concentración de STP y tasa de flujo de gases (de escape)). Esto significa que las unidades de presunta concentración de STP, así como las unidades de presunta tasa de flujo de gas (de escape) evacuados deberán ser coherentes en todos sus aspectos. Es asimismo fundamental que se defina claramente y se comunique sobre qué base se han hecho los cálculos de la tasa general de emisión de STP. Sólo una notificación correcta permitirá que se realice la necesaria armonización entre los resultados comunicados antes de compararlos.

En general las liberaciones a la atmósfera son las más difíciles de manejar, ya que el aire experimenta importantes cambios de volumen con la temperatura y la presión, y también varían en gran medida sus contenidos de humedad y oxígeno. Por ello se necesita que las concentraciones notificadas se atengan estrictamente a una norma común, por ejemplo ng de STP/m<sup>3</sup> de gas en seco a 0 °C, 101,3 kPa, 11% de O<sub>2</sub>. No importa qué norma se elija en la medida en que se mantenga su coherencia durante todas las operaciones de comparación de datos.

El siguiente ejemplo pone de manifiesto una correcta determinación de tasa anual de flujo de masa de STP; se supone que los datos del ejemplo pueden obtenerse de una fuente fidedigna y que están adecuadamente referidos a una fuente de combustión industrial existente que emite STP:

- Una concentración de STP medida de 3,5 ng/Nm<sup>3</sup> de gas de escape.
- Una tasa medida de flujo real de volumen de gas de escape de 462.929 de m<sup>3</sup>/h en carga completa.
- Una temperatura medida real de gas de escape de 180 °C, con una presión de 1028 mbar.
- Un contenido medido real de humedad de 20 vol. % y un contenido de O<sub>2</sub> de 13,5 vol. %
- Las condiciones normalizadas de informes son 1 Nm<sup>3</sup> de gas de escape seco a 0 °C, 101,3 kPa, 11% de O<sub>2</sub>.
- La fuente funciona con una carga del 100% durante 5600 h/a como promedio anual ponderado.

Este ejemplo muestra cómo se obtiene un número correspondiente a una concentración química, tal como se ha obtenido de un cuestionario/de una planta, se ha de convertir varias veces antes de que se pueda calcular la tasa de flujo de masa de una STP. El resultado final se presentará en g de STP/a, que representa la liberación anual de una determinada STP a partir de una fuente de combustión especificada. Primero, se calculará una tasa de volumen de flujo normalizada multiplicando la tasa real de flujo de gas x la parte seca x el factor de corrección de temperatura x el factor de corrección de presión x el factor de corrección de O<sub>2</sub>. Esto da:

$$462.929 \text{ m}^3/\text{h} \times (1-0,2) \times (273 \text{ K} / 273 \text{ K} + 180 \text{ K}) \times (1028/1013) \times (21-13,5/21 - 11) \\ = 462.929 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,8 \times 0,603 \times 1,015 \times 0,75 = 170.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

Segundo, el índice de flujo de masa anual de STP se calculará multiplicando la concentración normalizada de STP x la tasa de flujo normalizada x el número de horas de funcionamiento anual, lo que da:

$$3,5 \text{ ng} \times 10^{-9} \text{ g/ng} \times 1,7 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{h} \times 5,6 \times 10^3 \text{ h/a} = 333,2 \text{ g STP/a}$$

Debe advertirse que este ejemplo sólo muestra algunas de las correcciones que podrían ser necesarias en otros casos para que las unidades sean coherentes.

### Información para el procesamiento y evaluación de datos sobre liberación al agua

La concentración de STP en el agua se puede notificar o bien sobre la base de masa por volumen, por ejemplo mg/l, o bien sobre una base de masa por masa, por ejemplo mg/kg, o bien sobre una base volumen por volumen, por ejemplo ppm. Teniendo en cuenta que el agua líquida descargada siempre se encuentra en las condiciones ambientales o próxima a ellas, en las que un litro equivale a 1 kg, y mientras las unidades utilizadas por volumen y masa sean intercambiables, las tres bases de notificación se pueden considerar como idénticas. Para evitar confusiones sigue siendo aconsejable que todas las concentraciones se expresen en las mismas unidades. En el caso de las liberaciones al agua las unidades más frecuentemente utilizadas son ppm o mg/l (ambas son totalmente intercambiables en las condiciones ambientales).

El volumen o tasa de flujo de masa de efluente acuoso descargado deberá también notificarse en unidades coherentes con las presuntas concentraciones de STP. Siempre que éste sea el caso, las presuntas concentraciones de STP y la tasa de flujo de efluente se puede multiplicar directamente para obtener la deseada tasa de flujo de masa de STP por unidad de tiempo. También en este caso es muy de recomendar que se dé la cantidad de agua descargada sobre una base anual de manera que se tenga en cuenta la variabilidad operativa y/o estacional entre las distintas fuentes. Así se puede también calcular directamente la necesaria tasa de flujo de masa de g de STP/a. Debe advertirse que la variabilidad operativa y/o estacional puede ser considerablemente significativa y puede dar altos picos a corto plazo pese a unas tasas de liberación anual bastante bajas.

El siguiente ejemplo ilustra la correcta determinación de una tasa de flujo de masa anual de STP; se parte del supuesto de que los datos del ejemplo se obtienen de una fuente de información fidedigna y adecuadamente referida a una fuente existente que descarga agua de escorrentía agrícola contaminada con STP:

- Una concentración de STP medida de 3,5 ppt (= partes por billón =ng/kg en agua)
- Tasa de flujo de agua descargada medida directamente en 340.000 litros/h al flujo máximo.
- La fuente descarga durante 5600 h/a con un promedio anual ponderado de 50 % del flujo máximo.

Contrariamente al ejemplo de liberación al aire, los números del ejemplo, obtenidos para la determinación de la liberación anual de STP a partir de esta fuente existente de descarga de agua sólo han de multiplicarse correctamente para calcular la tasa de flujo de masa deseada de STP en g de STP/a. La compleja conversión que era necesaria en el ejemplo de liberación a la atmósfera en este caso se puede evitar ya que la descarga de agua se realiza en las condiciones ambientales y, por

consiguiente, volumen y masa son prácticamente idénticos con respecto a las condiciones normalizadas.

Por consiguiente, para calcular la tasa anual de flujo de masa de STP basta con multiplicar la concentración de STP x la tasa de flujo de descarga de agua x las horas de funcionamiento al año x el promedio anual ponderado de flujo máximo.

$$3,5 \text{ ng/l} \times 10^{-9} \text{ g/ng} \times 3,4 \times 10^5 \text{ l/h} \times 5,6 \times 10^3 \text{ h/a} \times 0,5 = 333,2 \text{ g/a}$$

Debe advertirse que este ejemplo también muestra algunas de las correcciones que podrían ser necesarias en otros casos para que las unidades fuesen coherentes. El factor del flujo anual medio ponderado deberá examinarse con más detalle desde el punto de vista del impacto ambiental. En el caso del ejemplo elegido, es muy posible que el uso agrícola de plaguicidas con STP dé un flujo máximo sólo durante la estación de crecimiento, en la que se aplican los plaguicidas con STP. Esto podría significar que la totalidad del flujo de STP de 333,2 gramos se liberará durante un periodo de sólo 2800 horas al año, es decir menos de cuatro meses. El resultado es que durante un breve lapso de tiempo se alcanzan elevadísimos niveles ambientales lo que causará un considerable impacto ambiental. Por consiguiente el flujo anual de STP deberá investigarse con más detalle siempre que se notifique un bajo promedio anual ponderado, de manera que se puedan detectar posibles liberaciones elevadas y a corto plazo de STP.

#### Información para el procesado y evaluación de datos sobre liberación a tierra

Cuando es la tierra la que actúa como fuente, la cuestión más crítica no es la cantidad de tierra contaminada descargada sino más bien la cantidad de STP liberados a partir de la tierra a la que se han descargado. Además esta cantidad de STP liberados depende en gran medida de las condiciones en las que se ha descargado la tierra contaminada por STP. Por ejemplo, en el caso de un suelo contaminado con STP hidrofóbicas descargadas a un terraplén, la liberación podría ser casi insignificante, mientras que si se trata de lodos contaminados con STP hidrofílicas descargados al océano, la liberación de STP podría aproximarse al 100%. Por consiguiente, la información necesaria para calcular las liberaciones de STP a partir de la tierra se relacionan sobre todo con las propias STP, la composición de la tierra y la vía de descarga, más que con las cantidades de tierra contaminada descargada y la concentración de STP contaminantes.

También en este caso la tasa de liberación debe expresarse en g de STP/a para poderla incorporar al inventario de la fuente. Por consiguiente, la importancia de una fuente se calculará de la misma forma que si se tratase del agua. Las mismas simplificaciones son aplicables a la tierra, aunque la liberación de STP a partir de la tierra se produce en general hacia la atmósfera por medio de la evaporación y/o volatilización, al agua por medio de la lixiviación y a la tierra por medio de la lixiviación y/o la mezcla. Así, la determinación de la tasa correcta de liberación a partir de la tierra exige información detallada sobre cada caso.

Contrariamente a la mayor parte de las fuentes de aire y agua, las fuentes de tierra son fuentes secundarias que antes se contaminaron o en las que se concentraron las STP contaminantes que a partir de un determinado momento han empezado a liberarse. Por consiguiente muchas de las muestras de tierra no dan un flujo estacionario de liberación de STP sino más bien una cantidad absoluta referida a un determinado periodo de tiempo. Las fuentes de tierra tienden asimismo a presentar cambios constantes en la intensidad de la fuente dependiendo de las condiciones ambientales en que esas fuentes se mantienen. El viento, la temperatura y el clima, así como ciertas reacciones que se produzcan, pueden alterar constantemente las características de las fuentes de tierra. Por consiguiente, puede ser muy difícil hacer una cuantificación correcta de una fuente de tierra en el sentido que aquí se utiliza.

### Información para el procesado y evaluación de datos sobre liberaciones de desechos

El muestreo de desechos es sencillo en unos casos y muy difícil en otros. Si los desechos que han de muestrearse son suficientemente homogéneos, el procedimiento será sencillo y los resultados directamente comparables con los del muestreo del agua. La mayor parte de los residuos de combustión y también la de residuos de producción entran dentro de esa categoría. También los restos de productos de STP como los organometálicos y/o los plaguicidas y los residuos que contienen STP y que son considerados como desechos y han de ser evacuados, caen dentro de esta categoría. Por otra parte el muestreo de desechos que no son homogéneos, como los desechos municipales sólidos, los médicos y la mayor parte de los peligrosos, es muy difícil y comparable al muestreo de tierra. Por consiguiente se aplicarán las mismas restricciones y consideraciones.

Otro problema para determinar los desechos como fuente para un inventario de liberaciones de STP al medio ambiente es la gran variabilidad de la cantidad y composición de las distintas STP en los desechos. La mayor parte contienen toda una serie de diversas STP en cantidades variables. Esto, a su vez, da origen a dificultades para localizar una determinada corriente de desechos como fuente de una STP concreta. En la mayor parte de los casos una sola corriente de desechos es fuente de toda una serie de liberaciones de STP que varían en cantidad, tiempo y características. Las mismas limitaciones que se señalaron con respecto a la tierra se aplican a la liberación de STP al medio ambiente, que están influidas por los compartimientos ambientales a los que se libera la corriente de desechos, así como por el tipo de STP que contiene esa corriente. Contrariamente a lo que sucede con la tierra, los desechos son una fuente extraordinariamente abundante de liberaciones de STP y, por consiguiente, el problema es mucho más importante que en el caso de la tierra.

Esto lleva a la conclusión de que los desechos como fuente de STP merecen gran atención para incorporarlos correctamente a un inventario de fuentes de STP. Como esta sección se refiere sobre todo a desechos sólidos, las concentraciones de STP medidas y notificadas en los desechos suelen hacerse sobre una base de masa por masa. Al menos este factor hace que las cosas sean más fáciles que en el caso del aire. Pero de todas formas es preciso tener muchos cuidado ya que en la mayor parte de los desechos las concentraciones de STP no están uniformemente distribuidas. Pueden producirse variaciones de varios órdenes de magnitud dentro de un mismo lote de desechos y en lo que respecta a alguna de las STP. Por consiguiente es importante que los datos se acopien no sólo de muestras representativas sino también en cantidades estadísticamente significativas.

Debe advertirse que no toda la información reunida puede ser pertinente en todos los casos, dependiendo del tipo y de las propiedades físicas y químicas del desecho muestreado. En general puede decirse que cuanto menos homogéneo sea el desecho que se ha de muestrear más información se necesitará para obtener datos correctos para una estimación de las liberaciones de STP a partir de la fuente de desechos.

Dada la complejidad de la composición de los desechos es casi imposible dar un ejemplo representativo para la determinación de la tasa de liberación de STP a partir de una fuente de desechos. Por consiguiente, se ha elegido como ejemplo un pequeño terraplén de desechos sólidos industriales, ya que el terraplenado sigue siendo el método de evacuación de desechos más utilizado en el mundo entero. Se parte del supuesto de que los datos reunidos para la determinación de la liberación de STP a partir de un pequeño terraplén existente de desechos sólidos municipales se han obtenido de una fuente fidedigna y que están adecuadamente referenciados:

- Una concentración de STP representativa medida a  $0,35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de desecho, de la cual 1% se libera con cada 40 mm de lluvia.

- Las STP encontradas son muy hidrofílicas, el terraplén no cuenta con un sistema de recogida de lixiviado; el lixiviado del terraplén va a las aguas subterráneas.
- El volumen real de desechos en el terraplén es en la actualidad de  $500.000 \text{ m}^3$ ; cada año se agregan  $50.000 \text{ m}^3$ ; el terraplén se inició hace 10 años.
- El terraplén cubre un área de unos  $20.000 \text{ m}^2$ , que están abiertos a la lluvia.
- La pluviosidad anual media es de unos 2.000 mm, uniformemente distribuidos a lo largo del año.

Sobre la base de la tasa de liberación notificada de 1% por 40 mm de pluviosidad, todas las STP contenidas en un  $1 \text{ m}^3$  de desechos se liberan en dos años, de acuerdo con  $(2.000/40) \times 1\% = 50\%/a$ . Por consiguiente la situación estable en la liberación de STP se alcanzó tras el segundo año, cuando en el terraplén se encontraba aún el 50% de las STP de los primeros  $50.000 \text{ m}^3$  de desechos y los segundos  $50.000 \text{ m}^3$  de los desechos en el terraplén en el segundo año provocaron también una liberación del 50% del total de STP. En otras palabras, aunque cada año sólo se libera el 50% de las STP que entran, también se libera el 50% de las STP contenidas en los desechos vertidos al terraplén un año antes, de manera que la liberación real en situación estable de STP equivale al 100% de las cantidades de STP que van entrando. Por consiguiente, la tasa de liberación se puede calcular de la siguiente manera:

$$5 \times 10^5 \text{ m}^3/a \times 0,35 \mu\text{g STP}/\text{m}^3 \times 10^{-6} \text{ g}/\mu\text{g} = 0,175 \text{ g STP}/a$$

Esta cantidad da en el lixiviado del terraplén una concentración bastante constante de STP:

$$0,175 \text{ g}/(2.000 \text{ mm} \times 20.000 \text{ m}^2) = 437,5 \text{ ng STP}/\text{m}^3 \text{ de lixiviado}$$

Debe advertirse que este ejemplo sólo muestra algunos de los cálculos que pueden ser necesarios en otros casos para determinar correctamente la tasa anual de liberación de STP. Como ya se ha dicho antes, será preciso investigar caso por caso. La cuidadosa evaluación de los datos facilitados es la primera e inevitable etapa para determinar si los datos son suficientes y correctos para el cálculo de la tasa anual de liberación de STP a partir de una determinada fuente.

#### Información para el procesado y evaluación de datos sobre liberación a partir de productos

En la mayor parte de los casos, la determinación de la tasa anual de liberación se puede hacer directamente a partir de los datos obtenidos. Así, no se considera necesario dar un ejemplo, al igual que se hizo con las liberaciones de STP a algunos otros compartimientos ambientales.

Separadamente deben señalarse los datos reunidos sobre acumulaciones y reservorios existentes de STP que, aunque inactivos, podrían constituir fuentes de futuras liberaciones. Pero toda actividad ulterior necesita una evaluación específica del lugar y deberá asimismo ser remitida a los responsables políticos nacionales para que adopten una decisión en cuanto al procedimiento. Si la calidad y la cantidad de los datos permiten que se haga una recomendación, el equipo regional ofrecerá a los responsables políticos nacionales un asesoramiento de expertos para facilitar la decisión. En ciertos casos, los cúmulos y/o reservorios de STP pueden incluso justificar posibles intervenciones prioritarias futuras de FMAM.

## 6.2. Concentraciones ambientales

Para cumplir los objetivos del proyecto será preciso reunir y cotejar de forma coherente y normalizada toda la información obtenida mediante el acopio de datos.

Se recomienda que la información sobre concentraciones ambientales se recoja en todos los países de la región para cada uno de los compartimientos del medio ambiente. Para ello se pueden seguir varias etapas considerando las siguientes orientaciones:

- Etapa 1. Reunir los datos resumidos para la región
- Etapa 2. Comparar las series de datos que son inmediatamente comparables
- Etapa 3. Estudiar si es posible dar a los datos un formato comparable, a poder ser para un cálculo preciso o, si no, una estimación
- Etapa 4. Formas de hacer comparaciones
- Etapa 5. Evaluación

Cuando los datos son detallados y suficientemente firmes en lo que se refiere a determinados compartimientos ambientales, se podrán procesar para darles un formato comparable.

### Etapa 1 – Resumen y agrupación de datos básicos

Una evaluación básica requiere que los estudios de cada sección se agrupen, a ser posible de acuerdo con las siguientes directrices:

- 4. por grupos químicos (de manera que la primera clasificación sea química)
- 5. de acuerdo con el medio ambiente (de manera que se reúnan todos los datos relativos al suelo)
- 6. por objetivos de la encuesta (de manera que se agrupen todas las encuestas básicas, etc.)

En cuadro 24 muestra un ejemplo que ilustra unos estudios sobre dioxinas y furanos en el suelo de un determinado país agrupando los estudios por objetivos químicos y de vigilancia. Los resultados se incluyen tal como se reciben y se trata de convertirlos en las unidades elegidas para las comparaciones que figuran en la última columna (véanse las últimas etapas).

Cuadro 24: Ejemplo de matriz de resultados para concentraciones de dioxinas y furanos en el suelo

País	Tipo de estudio y geografía, periodo de referencia	Resultados y unidades recibidas	Resultados en unidades elegidas (p.ej. pg de EQT/kg de pc en seco)
XXX	Encuesta básica, 1990	2-50 de EQT pg/g pc seco	Se calcula si el estudio da información suficiente
	Encuesta básica	1-75 ppt EQT pc seco	
YYY	Encuesta básica	12 pg de EQT/kg	12 pg de EQT/kg
XXX	Sitio contaminado	10000 pg/g de pc seco total de dioxinas	Se calcula si existe un factor de conversión razonable sobre el total de EQT para sitios similares
YYY	Sitio contaminado	200-20.000 pg/g de pc seco total de dioxinas	

Etapa 2 – Comparaciones iniciales de datos

Los resultados de los estudios se reúnen agrupados por países y tipos de estudio. De esta forma sólo se agrupan encuestas con fines y objetivos compatibles y es posible comparar información y datos. Los datos se incluyen directamente en la columna de comparación en las unidades elegidas y sobre la base preferida si se presentan de esta forma.

Etapa 3 – Base común de notificación – Procesamiento de los datos

Si se dispone de suficientes metadatos, las series de datos se procesarán para transformar los resultados en unidades de una serie común.

Las unidades preferidas y la base de notificación se discutirán y acordarán en el nivel regional/global para cada medio ambiente y cada sustancia química, por ejemplo sobre una base de peso en seco o sobre una base de peso de grasa. Es muy de recomendar que se establezca un cuadro con las unidades preferidas recomendadas para cada uno de los medios ambientes y cada una de las sustancias químicas. Las unidades del cuadro 25 son solamente ejemplos y no recomendaciones.

Cuadro 25: Cuadro ejemplar de unidades elegidas  
EQT = equivalente de toxicidad, s.s. = sustancia seca

Sustancia química	Conveniencia de notificación	Suelo/sedimento	Aire ambiente	Agua
Plaguicida		mg/kg s.s.	mg/m <sup>3</sup>	ng/L
PCB	Total de PCB	mg/kg s.s.	ng/m <sup>3</sup> a 25 °C	ng/L
Dioxinas y furanos	EQT	ng de EQT/ kg s.s.	fg EQT/m <sup>3</sup>	fg EQT/L

Además será preciso preparar orientaciones sobre la mejor manera de presentar la información sobre concentraciones químicas, por ejemplo como 100% de COP para plaguicidas o PCB total, etc., para mezclas complejas. En ciertos casos la información no será suficiente para que los datos se puedan convertir con exactitud al formato elegido. En esos casos se verá la posibilidad de realizar una estimación. Por ejemplo, el resultado de un análisis de PCB se puede notificar como la suma de seis congéneres (28, 52, 101, 138, 153, 180) y la medida preferida puede ser PCB total. Una correlación muy utilizada es la de que la suma de los seis congéneres representa aproximadamente el 20% de la masa total de PCB y se podría hacer una amplia aproximación al total de PCB pero teniendo en cuenta que esto sólo es cierto cuando se consideran mezclas técnicas. Convendría preparar nuevas orientaciones al respecto.

#### Etapa 4 – Rellenar lagunas, estimar datos y realizar comparaciones

Entre las comparaciones básicas se puede incluir la de la contaminación general de base en distintos medios ambientales en distintos países de la región.

- Información sobre tendencias en el tiempo cuando se dispone de datos para un mismo sitio y durante un cierto lapso de tiempo
- Cobertura general de una región
- Lugares peligrosos y niveles en sitios contaminados
- Niveles en el medio ambiente próximos a extensiones comunes de agua

En esta fase se encontrarán lugares en los que se puedan identificar con claridad lagunas en las series de datos. En ciertos casos se podrá intentar rellenar algunas de esas lagunas. Por ejemplo, ampliando la comparación para comparar muestras de vegetación que no son idénticas pero que tienen características similares. También se podrán deducir niveles de ciertos contaminantes aunque los datos analíticos no estén disponibles en la forma elegida, tal vez realizando una conversión del total de PCB a niveles de cada congénere por analogía con series de datos similares procedentes de otros lugares. Todas estas estimaciones o conversiones deberán señalarse con claridad y estarán sometidas a revisión. Las tendencias en el tiempo o las tendencias geográficas de los datos deben poderse percibir con claridad. Estos datos se podrán utilizar para realizar estimaciones de datos faltantes tomando debidamente en consideración la posibilidad de datos imprevistos. Así, por ejemplo, si se observan tendencias en niveles ambientales, habrá de tenerse en cuenta el conocimiento sobre fuentes al evaluar si cabe esperar que los niveles de un sector faltante vayan a atenerse a la misma tendencia de las zonas vecinas.

#### Etapa 5 – Evaluación

Las exposiciones detalladas para la realización de evaluaciones de la información sobre nivel ambiental deberán relacionarse con otras informaciones correspondientes a fuentes, evaluación de impacto ambiental y factores regionales.

La primera parte de la fase de evaluación tiene dos objetivos:

- Evaluar la proporción y la calidad de cobertura de los datos
- Estudiar las implicaciones de los datos: comparar los datos sobre concentraciones ambientales con los niveles de acción establecidos y con los que se encuentran en otros lugares y regiones

Durante este proceso se preparará un claro listado de datos faltantes. La relativa importancia de esas lagunas de datos no se podrá determinar hasta que se pueda consultar información adicional. Por ejemplo, la falta de datos acerca de una determinada sustancia química puede no ser crítica si una buena fuente de datos muestra que en la región no hay fuentes significativas.

### 6.3. Impactos ambientales

Como primer paso para dar apoyo al procedimiento de evaluación será útil transformar todos los datos sobre efectos en unidades uniformes. Dada la elevada potencia de dioxinas y furanos, no convendrá utilizar las mismas unidades que para otras sustancias y, por consiguiente, se recomienda el uso de unidades particulares para dioxinas y furanos. El siguiente cuadro da ejemplos de unidades preferidas para expresar los resultados de ciertos estudios sobre efectos. Adviértase que para evitar confusiones, se dan en su forma completa microgramos/L. La letra griega comúnmente utilizada para los micro se pierde con frecuencia en la transferencia electrónica de documentos. Por otra parte, en ciertas regiones no se detecta la diferencia entre mili ( $10^{-3}$ ) y micro ( $10^{-6}$ ), lo que provoca importantes errores en la interpretación de los datos.

Cuadro 26: Unidades preferidas

Toxicidad	Medida	Unidad preferida	
		generalmente	para dioxinas y furanos
Toxicidad oral aguda en mamíferos y aves	DL <sub>50</sub> , DE <sub>50</sub>	mg/kg pc	microg/kg pc
Toxicidad aguda en organismo acuáticos	CL <sub>50</sub> , CE <sub>50</sub>	microg/l	ng/L
Efectos a largo plazo en mamíferos y aves	NSEO/CSEAO	mg/kgpc/día	microg/kgpc/día
Efectos a largo plazo en organismos acuáticos	CSEO/CSEAO	microg/L	ng/L

En muchos estudios se dan alimentos contaminados a organismos de prueba y los resultados se expresan por referencia a la concentración en el alimento de la sustancia ensayada. Esta información es útil y debe notificarse, pero si se conoce la ingesta de alimentos o esta se puede obtener a partir del informe del estudio, también deberá ser comunicada en el proyecto del FMAM, de manera que pueda calcularse la ingesta de la sustancia como tal sobre una base de peso/peso.

Se reunirán los datos correspondientes a una misma especie o especies similares. También es conveniente agrupar datos de distintos organismos según su posición en la cadena alimentaria o en la red alimentaria, por ejemplo productores y consumidores en la cumbre. Tienen particular interés los datos sobre efectos ambientales obtenidos en estudios de campo en la región, pero, al igual que con respecto a otros tipos de datos de campo, es esencial saber las condiciones exactas, incluida la justificación del estudio.

#### Evaluaciones existentes

Para obtener una medida cuantitativa lo más precisa posible de los riesgos ambientales y sobre la salud resultantes del uso de una sustancia química, podrá realizarse una evaluación general de riesgo. En este procedimiento se comparan exposiciones medidas o estimadas con concentraciones "inocuas" o sin efecto de la sustancia investigada. Las evaluaciones completas de riesgo exigen

importantísimos recursos y, en general, están fuera del ámbito de la evaluación regional. De todas formas pueden emplearse en la mayor medida posible las informaciones disponibles de anteriores evaluaciones, teniendo siempre en cuenta que con frecuencia las evaluaciones de riesgo son específicas de lugar y de situación. En una revisión especial (véase el cuadro 27) el Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas (IPCS) ha evaluado los 12 COP del PNUMA, y también se han publicado otras varias evaluaciones de STP. También en la página de bienvenida del PNUMA dedicada a los COP (<http://www.chem.unep.ch/pops>) se incluyen evaluaciones de los 12 COP y de otras STP.

Productos Químicos, PNUMA, ha publicado una revisión general de fuentes internacionales y nacionales de información de todo tipo sobre COP, incluidas evaluaciones publicadas de peligros y riesgos. La base bibliográfica de datos Riskline (<http://www.kemi.se/default.cfm?page=kemdatbas.htm>) contiene información actualizada sobre las evaluaciones de peligros y riesgos de sustancias químicas. El PNUMA y ECETOC han publicado conjuntamente una revisión general de las sustancias químicas que han sido evaluadas (ECETOC/UNEP, "Inventory of Critical Reviews on Chemical", agosto de 1996). El sistema integrado de información sobre riesgos (IRIS) es una base de datos de la EPA de los Estados Unidos que contiene posiciones de consenso científico sobre los efectos que sobre la salud humana puede tener la exposición crónica a sustancias químicas en el medio ambiente (<http://www.epa.gov/iris>).

#### Metodología propuesta para la evaluación de impactos ambientales

Para obtener el resultado que se espera del proyecto del FMAM, se propone el siguiente procedimiento general aplicable a cada sustancia o mezcla de sustancias.

#### Reunir los conocimientos existentes

Los datos medidos descriptivos de las concentraciones de STP en el ambiente biótico o abiótico constituyen la base de la evaluación de impactos ambientales. Cuando estos datos se han obtenido mediante programas de vigilancia no siempre pueden encontrarse en las publicaciones disponibles. En general, los programas de vigilancia informan al gobierno o algún órgano gubernamental, pero es frecuente que los resultados no se pongan a disposición del más amplio auditorio o de la comunidad científica en general. El procedimiento de acopiar datos medidos existentes sobre concentraciones ambientales se describe en la sección 5.2 del presente informe, mientras que el manejo de los datos se describe en la sección 6.2.

Es difícil que pueda disponerse de suficientes datos sobre concentración ambiental, pues los análisis son costosos, y es frecuente que no se disponga en absoluto de ningún dato medido. Si se conocen los volúmenes de producción/uso y las características de una sustancia hay bastantes posibilidades de predecir la distribución de un producto químico en el medio ambiente. El procedimiento para reunir la información sobre fuentes y emisiones se describe en la sección 5.1 de este informe. Deberán seleccionarse modelos que permitan predecir concentraciones ambientales, que serán utilizados por personas que tengan suficiente experiencia en el campo.

Tienen gran interés todos los estudios sobre efectos que se hayan realizado dentro de la región, pues con toda probabilidad se habrán basado en las condiciones y las especies que interesan en la región.

Deberán consultarse los documentos disponibles sobre evaluaciones de peligros y riesgos de las sustancias. Será preciso tener en cuenta las condiciones particulares de la región, ya que el comportamiento y destino de las sustancias pueden ser distintos según las condiciones en las que se

hagan las evaluaciones de peligros y riesgos. La información más importante que puede obtenerse de anteriores evaluaciones de peligros y riesgos de una sustancia es:

- su efecto crítico
- la concentración sin efecto adverso observable (CSEAO) o la menor concentración con efecto (MCCE)
- el tipo de organismo
- las características de exposición, como magnitud, duración, características y vías

Las propiedades inherentes de las sustancias químicas estudiadas son las mismas en todo el mundo. Pero los efectos de un determinado producto químico pueden diferir de unas regiones a otras a causa de factores externos, como el pH, que pueden influir espectacularmente sobre la acción de ciertas sustancias químicas.

#### Transferir a la región de que se trate los conocimientos existentes

La distribución de las sustancias puede ser distinta a causa de varios factores, como el clima, o el volumen y características del uso. Es importante saber como se distribuyen las emisiones y qué efectos van a tener sobre la situación de la exposición. Deberán reunirse los conocimientos existentes sobre las principales zonas de exposición aledañas a los puntos de producción o uso. Deberán identificarse los organismos que quedan más expuestos. Deberá asimismo conocerse la importancia cuantitativa de la exposición humana.

Si no existen datos medidos para un medio crítico o un presunto lugar peligroso, convendrá identificar a alguien que tenga pericia particular para aplicar modelos al cálculo de las concentraciones en lugares específicos.

La exposición será distinta en las diferentes regiones y lo mismo pasará con la distribución entre los compartimientos ambientales. El proyecto global brindará una oportunidad inigualada para ver como las distintas condiciones influyen sobre la exposición a este tipo de sustancias químicas.

#### Comparaciones entre la situación en la región y evaluaciones existentes

El equipo regional evaluará la situación en la región basándose en los datos de exposición reunidos y en los datos sobre efectos producidos en la región y/o hallados en evaluaciones anteriores. La relación entre nivel de exposición y nivel sin efecto dará una indicación del riesgo potencial. Habrá de tenerse en cuenta la incertidumbre en cuanto a los niveles con efecto y con frecuencia se aplican factores de seguridad para, por ejemplo, extrapolar entre especies y tomar en consideración variaciones entre individuos. También es posible que anteriores evaluaciones de peligros y riesgos hayan identificado niveles seguros, por ejemplo una ingesta diaria admisible (IDA). Se proponen IDA para ciertas sustancias dentro del marco FAO/OMS (<http://jecfa.ilsa.org>).

En los cálculos sobre exposición, el factor crítico es la dosis que llega al órgano objetivo del organismo afectado, pero este dato no siempre se conoce. Por consiguiente, con frecuencia la exposición es una medida de como se dosifica la sustancia química en las pruebas utilizadas para determinar los efectos, por ejemplo, concentración en el agua en estudios de toxicidad para los peces o ingesta de kg de peso corporal y día en estudios con mamíferos. A partir de la información existente se pueden calcular las concentraciones ambientales críticas de las sustancia en distintos medios ambientales.

Como varias STP son mezclas complejas de sustancias distintas, y la composición de las mezclas va a introducir cambios en el medio ambiente, será difícil describir el verdadero efecto ambiental. Pero no existe ningún método que permita determinar las "composiciones ambientales" y la mayor parte de las comparaciones se hacen con la composición de los productos comerciales. En el caso de algunas mezclas, por ejemplo dioxinas/furanos y PCB, se pueden determinar los componentes individuales y a continuación sumar por lo menos algunos de sus efectos (véase la sección 7.1).

El dato más interesante que puede deducirse de los estudios sobre efectos es la concentración sin efecto adverso observable (CSEAO) obtenida del estudio más importante. A partir de este dato puede calcularse una concentración presuntamente sin efecto en el compartimiento ambiental. En este cálculo se incluyen normalmente factores de seguridad, por ejemplo para tener en cuenta las variaciones en la sensibilidad individual (x 10) y la extrapolación entre distintas especies (x10).

Comparando las concentraciones ambientales previstas o medidas en un determinado compartimiento y la concentración sin efecto en ese mismo compartimiento puede obtenerse una medida del riesgo:

Estimación de riesgo = concentración ambiental (medida o prevista)/concentración sin efecto

Si esta relación es considerablemente inferior a uno, normalmente se acepta el riesgo, pero si es superior a uno el margen de seguridad disminuye y en general se considera que hay motivos de inquietud.

Por consiguiente, utilizando los datos de exposición tomados directamente en la región, puede compararse la situación del lugar con el resultado de evaluaciones anteriormente realizadas. Si no se han introducido correcciones para tener en cuenta la distinta sensibilidad en la región, esta comparación se hará sólo entre las concentraciones ambientales medidas o previstas y los niveles sin efecto en un medio crítico. De esta forma se obtiene una estimación del riesgo que podría utilizarse para el establecimiento de prioridades en la región y para realizar comparaciones dentro y entre las regiones.

### Valores de guía para STP

Los resultados de una evaluación de una sustancia química pueden constituir valores de guía que describan un nivel de seguridad en un determinado medio. Podría tratarse, por ejemplo, de una IDA para seres humanos o de una concentración en sedimentos a partir de las cuales deberá adoptarse algún tipo de medidas. Esos datos son con frecuencia útiles para la evaluación de una situación dada y pueden asimismo servir para la evaluación regional en el marco del proyecto FMAM. Es importante tener en cuenta qué es lo que se supone que el valor de guía va a proteger y qué tipo de acción exigiría un nivel superior al del valor de guía.

Los valores de guía pueden ser globales, regionales, nacionales o incluso locales. En general son difíciles de recuperar fuera del área a la que se supone que van a proteger. En el anexo se dan algunos ejemplos de valores de guía globales a nacionales. También en la bibliografía se dan algunas direcciones de Internet de lugares donde se puede hallar este tipo de información, si bien la lista no es ni mucho menos completa. Para agregar más eslabones a esta lista convendrá que los equipos regionales combinen sus conocimientos desde el comienzo del proyecto del FMAM.

## 7. **Anexo: Información específica de sustancia sobre determinadas STP**

### 7.3 Los doce COP del PNUMA

Las actuales negociaciones en curso para un tratado sobre los COP se centran en doce STP que son sustancias o grupos de sustancias. Todas ellas están bien estudiadas y existen varios documentos de evaluación de riesgos, por ejemplo los documentos sobre criterios ambientales y de salud (EHC) del Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas (IPCS). En el cuadro 27 se enumeran los documentos pertinentes EHC.

Cuadro 27: Documentos EHC sobre los COP prioritarios

Sustancia química	CAS#	Título EHC	EHC #	Año publ.
Aldrina	309-00-2	Aldrina y dieldrina	91	1989
Clordano	57-74-9	Clordano	34	1984
DDT	50-29-3	DDT y sus derivados	9	1979
		DDT y sus derivados – Aspectos ambientales	83	1989
Dieldrina	60-57-1	Aldrina y dieldrina	91	1989
Dioxinas	Varias	Dibenzo-p-dioxinas y dibenzofuranos policlorados	88	1989
Endrina	72-20-8	Endrina	130	1992
Furanos	Varios	Dibenzo-p-dioxinas y dibenzofuranos policlorados	88	1989
Heptacloro	76-44-8	Heptacloro	38	1984
Hexaclorobenzeno	118-74-1	Hexaclorobenzeno	195	1998
Mirex	2385-85-5	Mirex	44	1984
Bifenilos policlorados	Varios	Bifenilos y trifenilos policlorados	140	1993
Toxafeno	8001-35-2	Camphechlor	45	1984

Algunos de estos EHC tienen ya más de 15 años y es preciso tener en cuenta otros datos más recientes. En las siguientes páginas se dan breves resúmenes de algunos datos importantes relativos a la "sucia docena".

#### Aldrina y Dieldrina

La aldrina se convierte fácilmente en dieldrina en el medio ambiente y, por consiguiente, ambas sustancias se describirán conjuntamente. Estos plaguicidas se han utilizado sobre todo para la lucha contra numerosas plagas del suelo y para el tratamiento de semillas. Incluso si una parte de las sustancias se pierde por evaporación y en la escorrentía, la mayor parte de la dosis aplicada permanece en el suelo. En climas templados, durante el primer año después de la aplicación al

suelo, se pierden unas tres cuartas partes de la aldrina. La dieldrina se pierde rápidamente a partir del suelo en las áreas tropicales, hasta el 90% en un mes, mientras que la media vida en suelos templados es de 5 años aproximadamente.

Tanto la aldrina como la dieldrina se absorben fácilmente por vía oral, a través de la piel y por la respiración en seres humanos y en animales. Los factores de bioconcentración en peces enteros superan los 10.000 y en lombrices de tierra puede ser hasta de 170.

Aldrina y dieldrina apenas son tóxicas para los microorganismos del suelo pero son extraordinariamente tóxicas para los crustáceos acuáticos, con unos valores de  $CL_{50}$  inferiores a  $50\mu\text{g/L}$ . Los invertebrados acuáticos más susceptibles son las fases larvarias de los insectos, que muestran una  $CL_{50}$  de  $0,5-39\mu\text{g/L}$  para la dieldrina y de  $1,3-180\mu\text{g/L}$  para la aldrina. Además ambas sustancias tienen una elevada toxicidad aguda para los peces, con  $CL_{50}$  situadas entre 2,2 y  $53\mu\text{g/L}$  para la aldrina y entre 1,1 y 41 para la dieldrina.

Es muy escaso el número de informes sobre poblaciones de mamíferos afectadas por la dieldrina; uno se refiere al caso de semillas tratadas con dieldrina que mataron a pequeños mamíferos y otro menciona el de murciélagos muertos por la dieldrina utilizada como conservadora de la madera.

Aldrina y dieldrina son muy tóxicas para el ser humano. La mínima dosis fatal se ha calculado en  $10\text{ mg/kg pc}$ . La anterior clasificación de la EPA de los Estados Unidos de ambas sustancias es como "probable carcinógeno humano", que después tras una reevaluación se ha cambiado a "probablemente no carcinógeno para el ser humano" (D. E. Stevenson, E. F. Walborg, Jr. North, R. I. Sielken, Jr. C. E. Ross, A. S. Wright, Y. Xu, L. M. Kamendulis, y J. E. Klauning. Monograph: reassessment of human cancer risk of aldrin/dieldrin. *Toxico.Lett* 109 (3):123-186,1999).

Se han publicado criterios para la calidad del agua (CCA) que para la aldrina se sitúan entre 0,0001 y  $0,18\mu\text{g/L}$ , y para la dieldrina entre 0,0001 y  $0,018\mu\text{g/L}$ .

Los límites máximos de residuos de aldrina y dieldrina en los alimentos recomendados por la FAO/OMS varían entre  $0,006\text{ mg/kg}$  de grasa de leche y  $0,2\text{ mg/kg}$  de grasa de carne.

### Clordano

El clordano es una mezcla de un mínimo de 23 sustancias distintas entre las que destacan como principales componentes heptacloro, alfa y gamma clordano y trans – nonaclor (con frecuencia para el producto técnico se utiliza el CAS #12789-03-6, en lugar de 57-74-9). El clordano se ha utilizado como insecticida en cultivos agrícolas y para la lucha extensiva contra termitas.

El clordano es muy persistente en el suelo, donde tiene una media vida de unos 4 años. Aunque el clordano se liga a las partículas del suelo, las sustancias que lo componen se han hallado en aguas subterráneas, sobre todo cuando se aplica a suelos arenosos.

La toxicidad aguda de clordano para los mamíferos es moderada, con una  $DL_{50}$  en la rata de 200-590  $\text{mg/kg}$  de peso corporal. Uno de los metabolitos, oxiclordano, es más tóxico, pues la  $DL_{50}$  en la rata desciende a  $19\text{ mg/kg}$  de peso corporal. El CIIC ha clasificado el clordano como posible carcinógeno para el ser humano.

En las aves el clordano tiene una toxicidad moderada, con una de  $DL_{50}$  para la codorniz de  $83\text{ mg/kg}$ , pero en cambio muy elevada para invertebrados y peces de agua dulce. Se han notificado  $CL_{50}$  entre  $0,4\mu\text{g/L}$  (gamba rosa) y  $90\mu\text{g/L}$  (trucha arco iris). Además, el clordano es altamente tóxico para abejas y lombrices de tierra.

En los criterios sobre calidad del agua publicados, al clordano se le da un límite de 0,0015 a 0,006  $\mu\text{g/L}$ . Los límites máximos de residuos en los alimentos, según FAO/OMS, se sitúan entre 0,002 mg/kg de grasa de leche y 0,5 mg/kg de grasa de ave.

### DDT

Los productos de DDT técnico contienen sobre todo p, p' -DDT, pero también un 15% aproximadamente de o, p' -DDT. El producto se utiliza como insecticida y en el medio ambiente se metaboliza sobre todo a DDT y DDE. Este último es con frecuencia la principal sustancia que se encuentra en la biota. Las concentraciones notificadas se expresan con frecuencia como DDT "total", que normalmente incluyen p, p' -isómeros de DDT, DDD y DDE.

Las sustancias de DDT son muy persistentes en suelos donde presentan media vidas de 10 a 15 años. La bioconcentración en peces es elevada, por ejemplo de 51000 en la trucha arco iris y de 154000 en el pequeño pez de agua dulce *Phoxinus phoxinus*.

Muchos organismos acuáticos son muy sensibles al DDT. El crecimiento de las algas verdes y la fotosíntesis ya se inhiben a concentraciones de 0,1  $\mu\text{g/L}$ , y a 0,3  $\mu\text{g/L}$  algunos invertebrados experimentan problemas de reproducción, desarrollo y neurológicos.

También la toxicidad aguda del DDT es elevada en invertebrados acuáticos y concentraciones de sólo 0,3  $\mu\text{g/L}$  causan, por ejemplo, trastornos en la reproducción y el desarrollo. Se ha notificado para la perca americana una  $CL_{50}$  de 1,5  $\mu\text{g/L}$ , mientras que la del guppy es más elevada, de 56  $\mu\text{g/L}$ . La carpa dorada expuesta a 1  $\mu\text{g/L}$  da signos de hiperactividad. Se han comunicado efectos sobre la eclosión de huevos de salmón con las concentraciones de DDT (1 ng/L) que se encuentran en el agua del lago Michigan.

Concentraciones de residuos de > 2,4 mg/kg en huevos del lenguado de invierno provocan anomalías embrionarias en el laboratorio y se han observado residuos comparables en relación con la destrucción de los huevos de trucha de lago en la naturaleza.

El DDT y sus metabolitos pueden reducir la tasa de reproducción en aves, causando un adelgazamiento de la cáscara de los huevos y muerte de los embriones. La mínima concentración de DDT con la dieta que ha causado adelgazamiento de las cáscaras era de 0,6 mg/kg para el pato negro.

Los niveles máximos de residuos en los alimentos recomendados por OMS/FAO van de 0,02 mg/kg de grasa de leche a 5 mg/kg de grasa de carne.

### Dioxinas y furanos

Los términos dioxinas y furanos se utilizan para describir dos grupos de sustancias con propiedades similares, las dibenzo-p-dioxinas policloradas y los dibenzofuranos policlorados. Estos grupos contienen 75 y 135 congéneres respectivamente, pero sólo 17 se consideran como muy tóxicos. Como las 17 sustancias actúan por un mismo mecanismo, puede calcularse su actividad total esperable. Se han calculado unos factores de equivalencia de toxicidad (FET) que describen la potencia de cada una de las sustancias en relación con la más tóxica de ellas (2,3,7,8-TCDD) y que se usan para convertir las concentraciones de los congéneres tóxicos en la correspondiente concentración de TCDD (EQT). A continuación, la suma de esos EQT se utiliza para describir la "toxicidad de dioxina" de la muestra. En la actualidad para asignar FET se utilizan internacionalmente dos sistemas. El más reciente es el que presenta el cuadro 28. Cuando se describa la toxicidad de la dioxina en EQT, deberá hacerse referencia al sistema utilizado.

Cuadro 28: FET de la OMS para la evaluación del riesgo humano basada en las conclusiones de la reunión de Estocolmo, Suecia, 15-18 de junio de 1997 (Berg M. van den, L. Birnbaum, A. T. C. Bosveld, B. Brumstrom, P. Cook, M. Feeley, J. P. Giesy, A. Hanberg, R. Hasegawa, S. W. Kennedy, T. Kubiak, J. C. Larsen, F. X. van Leeuwen, A. K. Liem, C. Nolt, R. E. Peterson, L. Poellinger, S. Safe, D. Schrenk, D. Tillitt, M. Tyshlind, M. Younes, F. Waern, and T. Zacharewski. Toxic equivalency factors (TEF) for PCB, PCDD, and PCBF for humans and wildlife. *Environ. Health Perspect.* 106 (12): 775-792, 1998)

Congéneres	FET (OMS)	Congéneres	FET (OMS)
<u>Dibenzo-p-dioxinas</u>		<u>No-orto-PCB</u>	
2,3,7,8-TeCDD	1	PCB 77	0,0001
1,2,3,7,8-PnCDD	1	PCB81	0,0001
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,1	PCB 126	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,1	PCB 169	0,01
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,1		
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,01	<u>Mono-orto-PCB</u>	
OCDD	0,0001	PCB 105	0,0001
		PCB 114	0,0005
<u>Dibenzofuranos</u>		PCB 118	0,0001
2,3,7,8-TeCDF	0,1	PCB 123	0,0001
1,2,3,7,8-PeCDF	0,05	PCB 156	0,0005
2,3,4,7,8-PeCDF	0,5	PCB 157	0,0005
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,1	PCB 167	0,00001
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,1	PCB 189	0,0001
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,1		
2,3,4,6,7,8-HxDF	0,1		
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,1		
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,01		
OCDF	0,0001		

También se ha tratado de obtener FET para los distintos tipos de respuesta de especies que no sean de mamíferos.

Las dioxinas y los furanos no se fabrican expresamente sino que se forman como subproductos indeseables en varias preparaciones de plaguicidas y clorofenol. Además, dioxinas y furanos se

forman en procesos de combustión y se ha observado que la incineración de desechos municipales es una de las principales fuentes de dioxinas para el medio ambiente.

La toxicidad aguda de las dioxinas depende en gran medida de las especies de que se trate; la correspondiente a las TCDD es una  $DL_{50}$  por vía oral de 0,6 microg/kg de peso corporal en el cobaya y de 5051 microg/kg de peso corporal en el hámster de Siria.

Se han hecho numerosos estudios toxicológicos sobre dioxinas, furanos (y PCB coplanar, véase después) y se han observado multitud de efectos. En el mono rhesus se han observado efectos neurotóxicos y hormonales a dosis de solamente 0,16 ng/kg de pc/día. Se han encontrado efectos sobre el sistema inmunitario del ratón con dosis de 10ng/kg de pc/día, mientras que en el mono rhesus se han visto efectos sobre la reproducción con 1-2 ng/kg de pc/día. En las ratas se han hallado efectos bioquímicos hasta con 0,1 ng/kg de pc/día.

En una reevaluación de la IDT para dioxinas, furanos (y PCB plana), la OMS ha decidido recomendar unos límites de 1-4 EQT de pg/kg pc.

### Endrina

La endrina se utiliza como insecticida en la agricultura, especialmente sobre algodón, arroz, caña de azúcar y maíz. Se utiliza asimismo como rodenticida.

La endrina es muy tóxica para peces, invertebrados acuáticos y fitoplancton, con valores de  $CL_{50}$  casi siempre inferiores a 1 microg/L. El nivel mínimo con efecto observable en una prueba de ciclo biológico con cierta especie de gamba se pudo establecer en 30 ng/L.

La  $DL_{50}$  oral de la endrina en animales de laboratorio oscila entre 3 y 43 mg/kg de pc. La toxicidad a largo plazo en las ratas se ha estudiado durante dos años y se ha hallado una concentración sin efecto de 0,05 mg/kg de pc/día.

Varios metabolitos de endrina poseen una toxicidad aguda igual o superior a la de la sustancia madre. La 12 – cetoendrina tiene una toxicidad aguda en ratas de 0,8-1,1 mg/kg de pc.

### Heptacloro

El heptacloro se ha utilizado sobre todo en el suelo, contra insectos y termitas. Se ha utilizado también contra insectos del algodón, saltamontes y mosquitos del paludismo. La epoxidación es una importante vía metabólica que conduce al epóxido de heptacloro, de toxicidad comparable al heptacloro pero más estable en sistemas biológicos.

La media vida del heptacloro en el suelo es, en regiones templadas, de 0,75-2 años, dependiendo del tipo de suelo, mientras que en las regiones tropicales puede ser más breve.

En el pequeño pez de agua dulce *Phoxinus phoxinus* se ha encontrado una bioconcentración de heptacloro de 9500, mientras que en el caso del heptacloro la tasa de bioconcentración fue de 14400.

La toxicidad aguda del heptacloro para los mamíferos es moderada; se han publicado valores de  $DL_{50}$  entre 40 y 119. La toxicidad para los organismo acuáticos es más elevada y en la gamba rosa se han encontrado valores de  $CL_{50}$  de sólo 0,11 microg/L.

Existe la posibilidad de que el heptacloro haya sido responsable de las disminución de varias poblaciones de aves silvestres. A fines de los años 70 se observó una reducción del éxito

reproductivo del ganso de Canadá al tiempo que aumentaba la mortalidad de los adultos. Los resultados analíticos de las concentraciones de heptacloropóxido en los encéfalos de las aves muertas daban resultados iguales o superiores a los niveles letales experimentalmente determinados de 8-9 microg/g. Los malos resultados de los nidos se asociaron asimismo a niveles de residuos en los huevos de > 10 microg/g. En el cernícalo americano, en la misma zona, se halló una asociación entre niveles de heptacloropóxido de > 1,5 microg/g y una reducción de la reproducción.

En experimentos con bisones se estudió la influencia del heptacloro en la dieta. El nivel más bajo con efecto fue de 6,25 microg/g de dieta, ese era asimismo el nivel más bajo utilizado en el estudio, que se basó en una reducción del crecimiento de las crías.

Los niveles máximos de residuos de heptacloro recomendados por FAO/OMS se sitúan entre 0,006 mg/kg en grasa de leche y 0,2 mg/kg en grasa de carne o de aves.

### Hexaclorobenzeno (HCB)

El HCB se utilizó anteriormente como fungicida, en especial en granos, pero en la actualidad se utiliza sobre todo como sustancia intermediaria en la producción de otras sustancias cloradas. Se encuentra asimismo presente como impureza en varios biocidas y se forma en el curso de una combustión incompleta.

La media vida estimada del HCB en el suelo va de 2,7 a 22,9 años. También es muy estable en mamíferos en los que la media vida va desde un mes en las ratas hasta 2-3 años en el mono. Los principales metabolitos son pentaclorofenol, tetraclorohidroquinona y pentaclorotiofenol, pero se han descrito más de 43 metabolitos diferentes.

En el pequeño pez *Phoxinus phoxinus* se ha determinado una bioconcentración de HCB de 22.000 y en gusanos de más de 106.000.

Concentraciones de HCB en agua de 1 microg/L afectan el crecimiento de algas de agua dulce y protozoo y de 3 microg/L causan mortalidad en anfípodos y necrosis hepática en la perca americana. La CL<sub>50</sub> para el pez varía entre 50 y 200 microg/L.

La toxicidad aguda del HCB es baja, con valores DL<sub>50</sub> de 3500 para la rata y 4000 para el ratón. Los efectos a largo plazo son más serios y 100 ppm en la dieta de la rata matan al 50% de las crías. Con dosis diarias de 0,25 mg de HCB/kg de pc se han observado ligeros efectos en el hígado de la rata, en el castor con una dosis diaria de 0,16 mg de HCB/kg de pc se observaron alteraciones de las concentraciones de neurotransmisores.

En un estudio sobre el cáncer en el hámster se administraron dosis diarias de HCB entre 4 y 16 mg/kg de pc. Incluso con la más baja dosis aumentó la incidencia de tumores hepáticos en ambos sexos. Basándose en pruebas insuficientes sobre carcinogenicidad para el ser humano pero suficientes en cuanto a la carcinogenicidad para el animal, el CIIC ha clasificado al HCB como posible carcinógeno para el ser humano.

### Mirex

El Mirex se ha utilizado como plaguicida sobre todo en los Estados Unidos, pero también se ha aplicado en otros continentes contra termitas y hormigas. Además la sustancia tiene otras aplicaciones como retardante de llama en plásticos, caucho, papel y equipos eléctricos. Dado estos usos, el Mirex se encuentra en el mundo entero en esos diversos productos.

El Mirex es muy persistente y su principal vía de degradación parece ser la fotólisis. Se han descrito factores de bioconcentración de 2600 en la gamba rosa y de 51400 en el *Foxinus foxinus*.

La toxicidad aguda del mirex es baja, con valores de DL<sub>50</sub> de 125 mg/kg de pc en el hámster y superiores en otros mamíferos. En especies de aves la más baja de DL<sub>50</sub> (1400-1600 mg/kg de pc) se ha encontrado en el faisán.

Los crustáceos son las especies más sensibles a la exposición al Mirex. Se observa mortalidad retardada con niveles de exposición de 1 microg/L. Además el Mirex es tóxico para peces y puede afectar al comportamiento de estos.

El CIIC ha llegado a la conclusión de que no hay pruebas suficientes de que el mirex sea carcinógeno para el ser humano pero si hay pruebas suficientes con respecto al animal.

#### Bifenilos policlorados (PCB) (incluido PCB planar)

Teóricamente existen 209 estructuras posibles de Bifenilos policlorados. Los productos comerciales pueden dividirse en cuatro grupos principales según el grado de cloración, que varía entre 42 y 60%. Los productos Aroclor se utilizan con frecuencia para referirse a esas mezclas; Aroclor 1242 contiene 42% de cloro, Aroclor 1248, 1254 y 1260 contienen 48, 54 y 60% de cloro, respectivamente. Las concentraciones de PCB halladas en el medio ambiente se suelen expresar como concentración de uno de esos productos, lo que sucedía sobre todo en anteriores análisis. Hoy en día se utilizan normalmente congéneres indicadores, uno o varios.

Los congéneres de PCB sin ningún átomo de cloro o con sólo uno en la posición *orto* para unir los anillos aromáticos pueden adoptar la configuración planar. Su tamaño y forma planar significa que pueden interactuar con el receptor Ah. Como estos congéneres de PCB actúan a través del mismo mecanismo que las dioxinas, se han establecido los FET correspondientes y se han calculado valores de EQT también para estas sustancias de PCB. Para obtener la "actividad de tipo dioxinico" en una muestra se suman el EQT de la dioxina y el EQT de PCB (véase el cuadro 28).

El PCB coplanar constituye una fracción de los productos de PCB técnico que se han fabricado y emitido en grandes cantidades. Además, los productos de PCB contienen también bajos niveles de PCDF.

Los PCB constituyen probablemente el grupo de STP más estudiado y con frecuencia los conocimientos relativos a ese grupo se extrapolan a otros. Se han sintetizado los 209 congéneres y muchos de ellos han sido objeto de estudios individuales. Naturalmente todos estos conocimientos plantean nuevas incógnitas, por ejemplo de qué forma estas sustancias interactúan entre ellas (y con otras sustancias químicas).

El principal uso del PCB es en aparatos eléctricos, sobre todo transformadores y capacitores. Se utilizan también como plastificantes, retardantes de llama, solventes y líquidos hidráulicos. Se ha producido más de un millón de toneladas de PCB y aún se producen pequeñas cantidades, aunque es difícil comprobar este dato.

En general la persistencia de las sustancias de PCB aumenta con su contenido de cloro. En la atmósfera la media vida del monoclorobifenilo es de unos 10 días mientras que la del heptaclorobifenilo es de 1,5 años aproximadamente. Ciertos microorganismos degradan con bastante rapidez los mono a triclorobifenilos; los tetraclorobifenilos lo hacen más lentamente y los congéneres más clorados son bastante resistentes a la biodegradación (aunque no deja de influir el tipo de sustitución).

Los factores de bioconcentración en organismos acuáticos varían en gran medida, habiéndose publicado factores entre 200 y 70000. La  $CL_{50}$  para la fase larvaria de la trucha arco iris es de 0,32 microg/L y el nivel sin efecto de 0,01 microg/L.

La toxicidad aguda del PCB en los mamíferos es generalmente baja, habiéndose comunicado valores de  $DL_{50}$  de 1 g/kg de pc e incluso más elevados. En estudios a más largo plazo las mezclas de PCB suelen ser más potentes. La administración al mono Rhesus de 90 microgramos de Aroclor 1254/kg de pc/día durante 6 meses eleva la tasa de mortalidad, retrasa el crecimiento y produce otros varios efectos graves.

Diferentes productos de PCB parecen dar respuestas distintas en muchas de estas pruebas. En un estudio de reproducción de 2 generaciones de ratas, se ha encontrado un NSEO de 0,32 mg/kg de pc para el Aroclor 1254, mientras que para el Aroclor 1260 era de 7,5 mg/kg de pc. Un producto muy poco clorado, Aroclor 1016, dio un NSEO de 30 microg/kg de pc y no fue posible encontrar un NSEO para el Aroclor 1248. Estas grandes diferencias pueden deberse a que los productos contengan distintas proporciones de congéneres planar y/o dibenzofuranos policlorados.

El CIIC ha llegado a la conclusión de que el PCB es carcinogénico para animales de laboratorio y probablemente también para el ser humano.

### Toxafeno

Toxafeno es el nombre comercial de un producto vendido por una compañía de los Estados Unidos y se han hecho varios intentos para hallar otro acrónimo a este plaguicida. El IPCS ha utilizado la denominación de Camfeno policlorado (PCC) mientras que otros han utilizado Camfeclor. El nombre recomendado en la actualidad es el de bornanos clorados (CHB). Como el PNUMA ha decidido utilizar Toxafeno, éste será el nombre utilizado en el presente informe. Además de la evaluación de riesgo realizada por el IPCS, como fuente para seguir la información sobre este producto se ha recurrido a un informe nórdico (Audunsson, G. Dybing, E. Hanberg, A. Hietanen, E. Larsen, J. Utne Skaare, J. y Slanina, P. Nordic Risk Assessment of Toxaphene Exposure. 540. 1997. TemaNord).

El Toxafeno es una mezcla compleja de terpenos policlorados, con un número teóricamente posible de congéneres de por lo menos 32000. En los productos comerciales el número de componentes es sin duda más pequeño pero del Toxafeno se han podido separar por lo menos 670 sustancias. Estos congéneres tienen distinta estabilidad y la composición del Toxafeno hallado en el medio ambiente no es la misma que la del producto utilizado, lo cual viene a complicar los análisis y los ensayos. Unos congéneres parecen ser mucho más persistentes que otros y algunos ya se han sintetizado. Por consiguiente, en la actualidad el análisis del Toxafeno se centra con frecuencia en tres congéneres solamente.

Por tener una volatilidad bastante elevada, el Toxafeno puede transportarse a largas distancias y hoy en día se encuentra en muestras tomadas del mundo entero. Según los distintos informes, su media vida en el suelo varía entre 70 días y 12 años, dependiendo del tipo y las condiciones del suelo. Además, se ha visto que en ciertas aguas persiste durante años en concentraciones tóxicas para los peces.

La toxicidad aguda del Toxafeno es moderada, con una  $DL_{50}$  oral en la rata situada entre 60 y 293 mg/kg de pc. En estudios a más largo plazo se ha podido comprobar que el hígado es el órgano más sensible. También se afecta al tiroides y el NSEO para este efecto se sitúa en la rata en 0,35 mg/kg de pc/día y en el perro en 0,2 mg/kg de pc/día.

El CIIC ha llegado a la conclusión de que hay pruebas suficientes de la carcinogenicidad del Toxafeno para el ratón y la rata. No existiendo datos adecuados para el ser humano, lo más razonable será considerar que supone un riesgo carcinogénico para el hombre.

#### **7.4 Algunos otros ejemplos de STP**

##### Lindano

El Lindano es un plaguicida de amplio espectro que contiene > 99% de gamma-hexaclorociclohexano (gamma-HCH). El HCH de calidad técnica está compuesto por un 65-70% de alfa-HCH, 7-10% de beta-HCH, 14-15% de gamma HCH y aproximadamente 10% de otros isómeros y sustancias. Anteriormente se aplicaba con frecuencia el producto técnico, pero sólo el isómero gamma tiene propiedades plaguicidas. El IPCS ha evaluado el gamma HCH (OMS, "Environmental Health Criteria 124. Lindane", 1991) y el alfa-plus beta-HCH (OMS, "Environmental Health Criteria 123, "Alfa- y beta-hexachlorocyclohexane", 1992) y esos informes constituyen la principal fuente de la siguiente información.

La persistencia del Lindano en el suelo varía entre algunos días a tres años, dependiendo del propio suelo, clima y otros factores. Aunque la media vida en la atmósfera es bastante breve, basta que el Lindano pueda ser transportado a grandes distancias y la sustancia se puede encontrar en cualquier lugar del mundo.

Los factores de bioconcentración del Lindano en los organismos acuáticos van desde 10 hasta 6000. En la rata el Lindano se absorbe rápidamente a partir del tracto gastrointestinal y en pocas horas llega a todos los órganos.

El Lindano es moderadamente tóxico para invertebrados y peces, sus valores de CL<sub>50</sub> para esos organismos son de 20-90 microg/L. En estudios a corto y a largo plazo con tres especies de peces, se ha encontrado un NSEO de 9 microg/L.

La toxicidad aguda del Lindano para el ratón y la rata es moderada; los valores de DL<sub>50</sub> varían entre 60 y 250 mg/kg de pc. En cuanto a las aves, los límites parecen ser incluso más elevados, de 100 a 1000 mg/kg de pc. En un estudio de 90 días en la rata, se halló NSEO de unos 0,5 mg/kg de pc/día, mientras que a dosis más elevadas se encontró aumento del peso del hígado, riñón y tiroides.

##### Hidrocarburos policíclicos aromáticos (HAP)

Los HAP constituyen un complejo grupo de sustancias aromáticas que se forman sobre todo en el curso de la combustión incompleta de materias orgánicas. La composición de las mezclas de HAP varía según las fuentes y también según los efectos climáticos selectivos del medio ambiente. El impacto ambiental de los HAP sólo se puede evaluar sustancia por sustancia.

Actualmente las concentraciones de HAP se notifican por sustancias individuales, pero en tiempos anteriores (e incluso en algunos casos en la actualidad) se notificaba la suma de HAP. Esos resultados dependen de cuántas y cuáles de las sustancias individuales representa la suma.

El IPCS no ha evaluado ninguna de las sustancias HAP y la información que a continuación se da se ha reunido a partir de diversos informes. Un informe muy útil es el de la Inspección Nacional Sueca de Sustancias Químicas (KemI. Hazard Assessments – Chemical substances selected in the Swedish Sunset Project. No 12/95. 19950. The Swedish National Chemicals Inspectorate. KemI Report).

Los HAP no son tan persistentes como las anteriores sustancias policloradas, pero se usan (y fabrican intencionalmente) en grandes cantidades y las concentraciones en el medio ambiente pueden alcanzar niveles en los que se manifiestan sus efectos.

Algunas de estas sustancias se utilizan con frecuencia como indicadores para describir diversos aspectos del complejo espectro de HAP. El naftaleno es una de ellas, siendo el miembro más pequeño y volátil de la familia. Otra sustancia es el antraceno, presente en muchas muestras en concentraciones bastante elevadas y cuyo tamaño se sitúa más o menos en el medio de la gama. El benzo [a] pireno es uno de los HAP de más potente acción carcinogénica y, por consiguiente, ha sido muy estudiado.

Los HAP de bajo peso molecular son los que se degradan con más facilidad. La media vida en sedimento es de 9 horas para el naftaleno, de 43 horas para el antraceno y de 83 horas benzo [a] pireno.

También la bioconcentración en organismos acuáticos aumenta con el peso molecular. Los valores calculados de BCF en peces y mariscos son de 90 para el naftaleno, de 500 para el antraceno y de > 4000 para el benzo [a] pireno. Las mediciones de bioconcentración más frecuentemente notificadas de los HAP se sitúan en los límites 100-2000.

La toxicidad a corto plazo de los HAP para los crustáceos también tiende a aumentar con el peso molecular. En *Daphnia pulex* la  $CL_{50}$  para el naftaleno es de 1,0 mg/L, para el fenantreno de 0,1 mg/l y para el benzo [a] pireno de 0,005 mg/L.

La toxicidad aguda de los HAP es moderada, con valores de  $DL_{50}$  por vía oral en la rata de 490 mg/kg de pc para el naftaleno y de 18000 mg/kg de pc para el antraceno.

El principal efecto de muchos HAP sobre los mamíferos es su potencial carcinogénico. La epoxidación metabólica de estas sustancias produce intermediarias que se ligan covalentemente al ADN celular. El CIIC ha clasificado el benzo [a] antraceno, el benzo [a] pireno y el dibenzo [a, h] antraceno como probablemente carcinogénicos para el ser humano. El benzo [b] fluoranteno y el indeno [1,2,3-c, d] pireno se han clasificado como posiblemente carcinogénicos para el ser humano.

#### Eteres difenilpolibromados (PBDE)

Los PBDE se utilizan como aditivos retardantes de llama, es decir que se agregan al material que se quiere proteger o se disuelven en él. Existen tres productos principales de PBDE con distintos contenidos de bromo: los éteres de pentabromodifenilo (PeBDE), con cuatro a seis bromos en sus moléculas; los éteres de octabromodifenilo (OBDE) con seis a nueve átomos de bromo en sus moléculas, y los éteres de decabromodifenilo (DeBDE) totalmente bromados.

Hace algunos años, el IPCS realizó una evaluación del riesgo de estas sustancias (OMS, "Environmental Health Criteria 162. Brominated Diphenyl Ethers", 1994, OMS). En la actualidad la Unión Europea procede a evaluaciones independientes de riesgo de los tres tipos de producto y ya se ha concluido la parte ambiental del estudio, pero aún no se ha publicado. Se espera que pronto se publique la parte correspondiente a su acción sobre el ser humano. La información que se da a continuación procede sobre todo de esos documentos.

Los OBDE, y aún más los DeBDE, son grandes moléculas que los organismos absorben muy lentamente y a pesar de que se han producido grandes volúmenes de estos productos, existen pocos informes sobre estas sustancias en muestras biológicas. Los PeBDE se absorben con mucha más

facilidad y, por consiguiente, parecen hallarse en todas las muestras ambientales. En consecuencia, la información que se da a continuación se refiere sobre todo a los PeBDE.

Se han determinado los factores de bioconcentración de los componentes de los PeBDE (tetra a hexaBDE) todos los congéneres dan valores de FBC en la región de 1000 a 100000, excepto un pentaBDE, que es el principal componente del producto técnico, que sorprendentemente da FBC de 1 a 100. Los congéneres tetra, penta y hexa BDE experimentaron máximos en los alimentos y sus eficiencias de captación se determinaron como del 90%, 60% y 40%, respectivamente.

Las medias vidas de los componentes de los PeBDE en el tejido adiposo de la rata varían entre 19 y 119 días, alcanzando los valores más elevados los congéneres más bromados.

A los componentes de los PeBDE se han aplicado pruebas de degradación in vitro de microsomas hepáticos de varios mamíferos marinos. No pudo observarse ninguna degradación, lo que indicaría que las sustancias PBDE son más estables que los congéneres de los PCB más persistentes.

Se han investigado los PeBDE en pruebas de crecimiento de algas y con 3,3 microg/L se ha observado una inhibición del crecimiento. También se ha investigado la toxicidad para *Daphnia magna* y se ha encontrado que la CL<sub>50</sub> es de 14 microg/L, con un CSEO de 4,9 microg/L.

Las pruebas en medios acuosos son difíciles a causa de la limitada solubilidad de estas sustancias, elevadamente lipofílicas. En pruebas de toxicidad con la trucha arco iris no se observa mortalidad ni siquiera con una concentración que corresponda a la de la solubilidad.

Los estudios en ratas con PeBDE comerciales demuestran una escasa toxicidad aguda por las vías de exposición oral y dérmica, con valores de DL<sub>50</sub> > 2000 mg/kg de pc. En un estudio de 30 días con ratas se observaron efectos sobre el hígado a una dosis de 2 mg/kg de pc/día, con un NSEO de 1 mg/kg de pc/día.

### Parafinas cloradas (CP)

Las CP son alkanos policlorados con cadena de carbono de longitud entre 10 y 30 y un contenido de cloro entre 30 y 70%. Dentro de estos límites existe un enorme número de posibles congéneres y los productos comerciales son extraordinariamente complejos. Estos productos se dividen con frecuencia entre grupos según la longitud de la cadena: de cadena corta (C<sub>10</sub> – C<sub>13</sub>), media (C<sub>14</sub> – C<sub>17</sub>) y larga (C<sub>18</sub> – C<sub>30</sub>). El principal uso de las CP es como aditivo a los líquidos para el corte de metales, como plastificantes y como retardantes de llama. La producción anual se estima en más de 300000 toneladas.

Recientemente el IPCS ha realizado una evaluación de riesgo de las CP (OMS, "Environmental Health Criteria 181. Chlorinated paraffins", 1996). Entre los trabajos realizados en la UE con sustancias existentes figura una evaluación ya concluida (<http://ecb.ei.jrc.it>) de las CP de cadena corta y otra que va a concluirse sobre las CP de cadena media.

La complejidad de los productos de PC hace que sean difíciles de analizar y apenas hay datos sobre sus concentraciones ambientales. Como la composición en el medio ambiente también es distinta, pueden observarse diferencias de actividad según se ensayen en el laboratorio o se observen en el medio ambiente.

Las CP de cadena corta con menos de un 50% de cloro parecen degradarse en condiciones aeróbicas, mientras que la degradación queda inhibida con las sustancias más cloradas. Los productos de cadena media y larga se degradan con más lentitud.

Las CP se bioacumulan y los FBC se sitúan entre 7 y 7000 para los peces y entre 200 y 138000 para los mejillones. En cuanto a los productos de cadena corta, captación y eliminación son más rápidas tratándose de sustancias con bajo contenido de cloro.

La Toxicidad aguda de las CP es baja, habiéndose comunicado valores de  $DL_{50}$  por vía oral entre  $>4$  a  $>50$  g/kg de pc. En experimentos con dosis repetidas se han observado efectos hepáticos con dosis de 50 – 100 de mg/kg de pc/día, con un NSEO de 10 mg/kg de pc/día. Una CP de cadena de longitud media administrada a razón de 5,2 – 7,2 mg/kg de pc/día afectó a la reproducción de la rata.

Las CP de cadena corta muestran toxicidad para algas, invertebrados acuáticos y peces a concentraciones de sólo 19,6, 8,9 y 3,1 microg/L, respectivamente. El NSEO parece situarse entre 2 y 5 microg/L para las más sensibles especies ensayadas.

## **8. Publicaciones y fuentes de información**

Con los documentos y direcciones de Internet que a continuación se mencionan se trata sobre todo de facilitar una útil información básica y sugerir otras lecturas relacionadas con el documento de guía, que serán útiles para los equipos regionales y para otros participantes en la red del proyecto. No se pretende ni mucho menos dar una lista completa. Como documento independiente dentro del proyecto se publicará una completa biografía con publicaciones primarias, secundarias y terciarias sobre sustancias tóxicas persistentes, centrado todo ello en datos adquiridos regionalmente, publicación que se pondrá a disposición de todos los que participan en la red del proyecto.

Además de las direcciones que se dan a continuación, los equipos regionales pueden estudiar la conveniencia de redactar breves listas de direcciones de Internet de la región que les puedan ser útiles y, si corresponde, de clubes de discusión para participantes en la red regional.

### Informes

AMAP Assessment Report: Arctic Pollution Issues. Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, 1997

Arctic Pollution Issues. A State of the Environment Report. Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, 1997

Compliación de datos de la UE sobre exposición a la dioxina y salud. Informe preparado por la Comisión Europea, DG del medio ambiente, Departamento de Transportes y Regiones del Reino Unido (DETR). Comisión de la Comunidad Europea, Bruselas, 1999

HELCOM 1996. Third Periodic Assessment of the State of the Marine Environment of the Baltic Sea, 1989-93. Helsinki Commission, Helsinki, 1999

Inventarios nacionales y regionales de dioxinas y furanos: emisiones nacionales y regionales de PCDD/PCDF. Productos Químicos, PNUMA, Ginebra, Suiza, 1999

Organochlorines Programme, Ministry of the Environment, Wellington, New Zealand, 1998

Productos químicos persistentes, bioacumulativos y tóxicos en países de Europa Central y Oriental – Informe de Actualidad. Borrador – 1<sup>ra</sup> versión, informe TOCOEN número 150. Recetox TOCOEN & Associates, Brno, República Checa, Agosto de 1999

Persistent Environmental Contaminants and the Great Lakes Basin Population: An Exposure Assessment. Ministry of Public Works and Government Services, Canada, 1998

Persistent Organic Pollutants. Monitor 16. Swedish Environment Protection Agency, Stockholm, 1998

Evaluación en base regional de sustancias tóxicas persistentes, Informes de talleres para un proyecto del Fondo para el Medio Ambiente Mundial. Productos Químicos, PNUMA, Ginebra, 1999

THE INVENTORY OF SOURCES OF DIOXIN IN THE UNITED STATES, External Review Draft, EPA/600/P-98/002Aa, 1998

PNUMA/IPCS. Módulo de formación número 3. Evaluación del riesgo químico. Ginebra, 1999.

OMS/IPCS, Documentos de criterios de salud ambiental

- Aldrin, No 91, 1989.
- Chlordane, No 34, 1984.
- DDT and its derivatives, No 9, 1979.
- DDT and its derivatives, Environmental Aspects, No 83, 1989.
- Dieldrin, No 91, 1989.
- Endrin, No 130, 1992.
- Heptachlor, No 38, 1984.
- Hexachlorobenzene, No 195, 1998.
- Mirex, No 44, 1984.
- Polychlorinated biphenyls and terphenyls, No 88, 189.
- Polychlorinate dibenzo-*p*-dioxins and dibenzofurans, No 88, 1989.
- Toxaphene (Camphechlor), No 45, 1984

#### Direcciones de Internet

Productos Químicos, PNUMA, mantiene un centro de acopio y difusión de informaciones sobre COP (<http://www.chem.unep.ch>) que además mantiene amplios vínculos con otras organizaciones internacionales y regionales, gobiernos, ONG, convenciones, etc. por ejemplo <http://www.ospar.org>; <http://www.helcom.fi>; <http://www.ijc.org/> y <http://www.gefweb.org>. Puede además formar parte del club número uno sobre sustancias tóxicas bioacumulativas persistentes (PBT) en <http://recetox.chemi.muni.cz/PBTs/content.htm>. Entre otras direcciones útiles figuran Riskline <http://www.kemi.se/default.cfm?page=kemdatbas.htm>. El Integrated Risk Information System (IRIS) en USEPA <http://www.epa.gov/iris> y la oficina de Productos Químicos Europea <http://ecb.ei.jrc.it>.