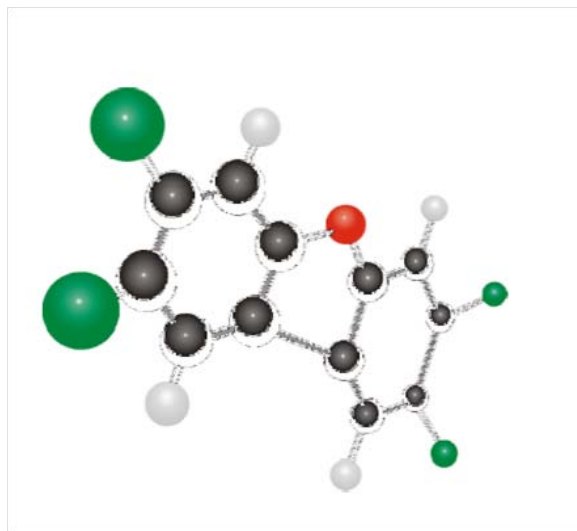
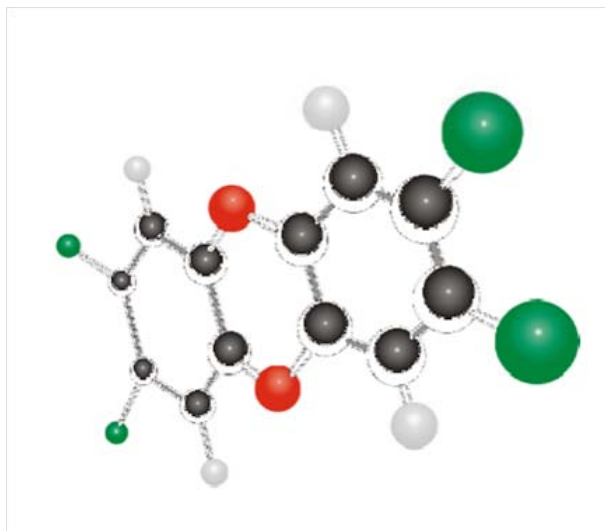


Kit de herramientas



**Para la identificación y cuantificación de
vertidos de dioxinas, furanos y otros
COP no intencionales**

bajo el Artículo 5 del Convenio de Estocolmo

Enero de 2013

Esta publicación tiene por objeto ayudar a los países a establecer inventarios de emisiones de dibenzo-*p*-dioxinas y dibenzofuranos a nivel nacional o regional. La información contenida en este informe proviene de la literatura científica publicada, informes gubernamentales, fuentes de Internet, y de comunicaciones personales. Las denominaciones empleadas y las presentaciones incluidas en este documento no implican una expresión de opinión por parte del PNUMA o de las organizaciones contribuyentes. Las organizaciones contribuyentes o el PNUMA no se hacen responsables del mal uso de la información contenida en esta publicación.

PREFACIO

Uno de los principales objetivos de la Convención de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) es la continua reducción y, cuando sea viable, la eliminación definitiva de los COP producidos no intencionalmente. Las Partes deben identificar, caracterizar, cuantificar y priorizar las fuentes de liberaciones de COP producidos no intencionalmente, y desarrollar estrategias con medidas concretas, cronogramas y metas para minimizar o eliminar estas liberaciones.

Para apoyar a las Partes en el cumplimiento de estas obligaciones, se ha desarrollado una metodología para asegurar que los inventarios de fuentes y las estimaciones de liberaciones sean completos y transparentes, así como compatibles en formato y contenido. Permite a las Partes comparar sus resultados, identificar prioridades, marcar los avances y seguir los cambios a través del tiempo a nivel nacional, regional y mundial.

El Kit de herramientas Normalizado para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Dioxinas y Furanos fue publicado inicialmente en 2003 y revisado en 2005. En 2006 la Conferencia de las Partes del Convenio de Estocolmo celebró la llegada de la segunda edición del Kit de herramientas y reconoce su utilidad. Paralelamente, las Partes reconocieron la necesidad de su revisión y actualización continuas, poniendo énfasis en las fuentes clave de las que se dispone de datos limitados, e insistiendo en la necesidad de apoyar a los países en desarrollo en sus esfuerzos para verificar sus factores de emisión. Las Partes también solicitaron una mejora general de la utilidad y facilidad de uso del Kit de herramientas.

El proceso de revisión fue abierto e inclusivo; contó con la participación de expertos designados por las Partes, así como por organizaciones no

gubernamentales y asociaciones del sector, y fue realizado en cooperación con el PNUMA Productos Químicos.

El Kit de herramientas es la compilación más completa disponible de los factores de emisión para todas las fuentes de PCDD / PCDF pertinentes. Es útil sobre todo en países en los que los datos de medición son limitados, ya que permite la elaboración de inventarios de fuentes y las estimaciones de liberación, utilizando los factores de emisión establecidos por defecto. También es útil en países donde sí se dispone de datos de mediciones nacionales, para usarlos como documento de referencia a los efectos de comparación y validación.

En su quinta reunión en 2011, la Conferencia de las Partes dio la bienvenida a estas revisiones y actualizaciones, y se alienta a las Partes a utilizar la orientación adicional.

Esta edición de la Guía contiene toda la información nueva, así como los inventarios de modelo que ilustran los procesos pertinentes. Además, todo el Kit de herramientas está disponible ahora en una versión electrónica interactiva, con información estructurada de acuerdo con el nivel de detalle técnico. Con estas mejoras, esperamos que las partes encuentren en esta nueva edición del Kit de herramientas más útil y fácil de usar que nunca.

Jim Willis
Secretario Ejecutivo

AGRADECIMIENTOS

La revisión y actualización del Kit de herramientas se han basado exclusivamente en el apoyo de las Partes y otros donantes, bajo toda una serie de formas, entre las que se incluyen el trabajo de los expertos nacionales designados, los fondos provenientes de los programas internacionales y proyectos nacionales, así como la contribución en especie de las instituciones de expertos, y contribuciones directas de los donantes a través del Fondo Fiduciario de Contribuciones Voluntarias del Convenio de Estocolmo.

Todos los expertos designados por las partes y otros, incluidos en la Lista de Expertos del Kit de herramientas, participaron en la revisión del instrumental y su proceso de actualización, al menos por medios electrónicos. Se agradece en especial a los siguientes expertos por su importante contribución al desarrollo de este documento.

Autores: Sr. Emanuel Fiani, Agencia de Medio Ambiente y Gestión de la Energía, Francia (capítulo II.2), Sra. Ute Karl, Instituto Europeo de Investigación en Energía, Alemania (capítulo II.3), el Sr. Gunther Umlauf, Centro Común de Investigación, Comisión Europea (capítulo II.4), el Sr. João Vicente De Assunção, Universidad de Sao Paulo, Brasil (Capítulo II.5), el Sr. Sergey Kakareka, Instituto para la Conservación de la Naturaleza, Bielorrusia (capítulos II.5 y II.10), la Sra. Heide Fiedler, PNUMA DTIE Subdivisión de Productos Químicos (Capítulo II.6), la Sra. Pat Costner, Red Internacional de Eliminación de los COP (capítulos II.7 y II.8), y el Sr. Roland Weber, COP Environmental Consulting, Alemania (capítulos II.9 y II.10).

Colaboradores: Sr. Youssef Bennouna (Etudes et Mesures les Cinq Domaines, Marruecos), Sr. Hindrik Bowman (Universidad North- West, Sudáfrica), Sra. Beatriz Cárdenas González (Centro Nacional de Investigación del Medio Ambiente, México), el Sr. William F. Carroll (Consejo Internacional de Asociaciones Químicas), el Sr. Nee Sun Choong Kwet Yive (Universidad de Mauricio, Mauricio), la Sra. Verónica Gonzalez Reyes (Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, Uruguay), el Sr. Adam Grochowalski (Universidad de Tecnología de Cracovia, Polonia), Sra. Stina Jansson (Universidad de Umeå, Suecia), el Sr. Stellan Marklund (Universidad de Umeå, Suecia), el Sr. Mick Meyer (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Australia), el Sr. Charles Mirikau (Universidad de Nairobi, Kenia), la Sra. Chalangkwan Tangbanluekal (Universidad Mahidol, Tailandia), el Sr. Gerhard Thanner (Agencia de Medio Ambiente, Austria), el Sr. Zheng Minghui (Centro de Investigación en Ciencias Eco- ambientales, China).

Revisores: Sr. Bruce Graham (Graham Environmental Consulting Ltd, Nueva Zelanda), el Sr. Yasuhiro Hirai (Universidad de Kyoto, Japón), la Sra. Jargalsaikhan Lkhasuren (Ministerio de la Naturaleza, Medio Ambiente y Turismo, Mongolia), el Sr. Phet Pichhara (Ministerio de Medio Ambiente, Camboya).

Traducción de archivos Excel: árabe y francés - Sr. Youssef Bennouna (Etudes et Mesures les Cinq Domaines, Marruecos); Chino - Mr. Minghui Zheng (Centro de Investigación en Ciencias Eco- Ambientales, China); Rusia - el Sr. Sergey Kakareka (Instituto para la Conservación de la Naturaleza,

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

Belarús); Español - La Sra. Verónica Gonzálvez Reyes (Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, Uruguay).

También se han recibido aportes a la revisión del Kit de herramientas a través de proyectos que fueron posibles gracias al apoyo de los donantes, y contribuciones en especie, tales como el proyecto de hornos de ladrillos liderados por el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea, los proyectos para determinar factores de emisión por quema de biomasa y residuos a cielo abierto financiado por Suecia, el Consejo Mundial del Cloro y otros donantes, así como a través de proyectos nacionales, como aquellos dedicados a la calefacción domiciliar y la cocina liderado por Alemania, el sector de la metalurgia, dirigido por Francia, Japón y China, y la evaluación de las estufas simples encabezada por México. La financiación de la Comisión Europea permitió la ejecución del proceso de revisión Kit de herramientas, mediante la organización de reuniones anuales de expertos.

Se agradece asimismo el apoyo de la Secretaría de los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo, y la contribución Subdivisión de Productos Químicos del PNUMA DTIE para la elaboración del proyecto inicial.

Cuadro de contenidos

PREFACIO	3
AGRADECIMIENTOS	4
Cuadro de contenidos	6
Abreviaturas y siglas	11
Unidades	16
PARTE I ORIENTACIÓN GENERAL.....	17
Capítulo 1. Introducción y Visión General	17
1.1 Sustancias Químicas Enumeradas en el Anexo C	17
1.2 Propósito	18
1.3 Estructura y Uso del Kit de Herramientas.....	19
1.4 Emisiones de COP de fuentes	21
1.5 Limitaciones	25
Capítulo 2 Identificación de fuentes y Estimación de Emisiones de PCDD/PCDF	26
2.1 Identificación de las Fuentes	26
2.2 Factores de emisión	29
2.3 Tasas de actividad	29
2.4 Estimaciones de Emisiones	30
2.5 Recopilación del Inventario de PCDD/PCDF.....	31
Capítulo 3 Comunicación de Emisiones.....	32
3.1 Categorización de las fuentes	32
3.2 Estimaciones de línea base, actualizaciones, revisiones y proyecciones de liberaciones.....	32
Capítulo 4 Calidad de los datos	36
4.1 Garantía de calidad y control de calidad (GC/CC).....	36
4.2 Calidad de los datos	38
PARTE II FACTORES DE EMISIÓN POR DEFECTO	39
1 – Incineración de residuos	40
1a Incineradores de residuos sólidos urbanos	41
1b Incineradores de residuos peligrosos.....	43
1c Incineradores de residuos médicos	45
1d Incineradores de Residuos de Fracción Ligera de Trituradora	47

1e	Incineradores de lodos cloacales	48
1f	Incineradores de residuos de madera y residuos de biomasa	50
1g	Destrucción de carcasas de animales	51
2	Producción de metales ferrosos y no ferrosos	54
2a	Sinterización del mineral de hierro	56
2b	Producción de coque	58
2c	Producción de hierro y acero, fundiciones y plantas de galvanizado por inmersión en caliente	59
2d	Producción de cobre	62
2e	Producción de aluminio	64
2f	Producción de plomo	66
2g	Producción de zinc	68
2h	Producción de latón y bronce	69
2i	Producción de magnesio	71
2j	Producción de otros metales ferrosos y no ferrosos	72
2k	Trituradoras	74
2l	Recuperación térmica de cables y reciclaje de residuos electrónicos	75
3	Generación de energía y calor	78
3a	Plantas eléctricas a combustible fósil	79
3b	Plantas eléctricas que utilizan biomasa	83
3c	Combustión de biogás de rellenos sanitarios	84
3d	Calefacción y cocina doméstica con biomasa	85
3e	Calefacción y cocina doméstica con combustibles fósiles	88
4	Productos minerales	91
4a	Producción de cemento	91
4b	Producción de cal	93
4c	Producción de ladrillos	94
4d	Producción de vidrio	97
4e	Producción de cerámica	97
4f	Mezcla de asfalto	98
4g	Procesamiento de esquistos bituminosos	99
5	Transporte	101

5a	Motores de cuatro tiempos.....	102
5b	Motores de dos tiempos.....	104
5c	Motores diésel.....	105
5d	Motores a fuel-oil pesado.....	106
6	Procesos de quema a cielo abierto	108
•	Biomasa (bosques, sabanas, pastizales, residuos de cultivos agrícolas incluida la caña de azúcar), y	108
6a	Quema de biomasa	109
6b	Quema a cielo abierto de residuos e incendios accidentales	114
7	Producción y uso de productos químicos y artículos de consumo	116
7a	Celulosa y producción de papel	119
7b	Productos químicos inórganoclorados	122
7c	Productos químicos alifáticos clorados.....	124
7d	Productos químicos aromáticos clorados.....	127
7e	Otros productos químicos clorados y no clorados.....	137
7f	Refinado de petróleo	138
7g	Producción de textiles.....	140
7h	Acabado de cueros.....	141
8	Otros varios	143
8a	Secado de biomasa.....	143
8b	Crematorios	144
8c	Casas de humo (simulacros).....	145
8d	Limpieza en seco	146
8e	Consumo de tabaco	147
9	Eliminación / Relleno sanitario	149
9a	Rellenos sanitarios, vertederos y explotación minera del relleno sanitario	150
9b	Aguas residuales y tratamiento de aguas residuales.....	152
9c	Vertido en mar abierto.....	154
9d	Compostaje	155
9e	Tratamiento de aceites residuales (no térmico).....	156
10	Emplazamientos y puntos calientes contaminados.....	157
	Pasos para la identificación, jerarquización y análisis detallado de los emplazamientos.....	157

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

10a	Sitios de producción de cloro.....	161
10b	Emplazamientos de producción de organoclorados.....	162
10c	Emplazamientos de aplicación de plaguicidas y productos químicos que contienen PCDD/PCDF 165	
10d	Fabricación de madera y lugares de tratamiento	165
10e	Fábricas de textiles y cueros	166
10f	Uso de PCB	166
10g	Utilización de cloro en la producción de metales y de químicos inorgánicos	169
10h	Incineradores de residuos.....	169
10i	Industrias metalúrgicas.....	170
10j	Incendios accidentales	170
10k	Dragado de sedimentos y de llanuras aluviales contaminadas	171
10l	Vertederos de residuos/Residuos de los grupos de fuentes 1-9	171
10m	Emplazamientos de caolín y de arcilla caolinífera	171
PARTE III	APÉNDICES E INVENTARIOS DE MUESTRA	173
Anexo 1	Factores de equivalencia tóxica.....	173
Anexo 2	Orientación para identificar fuentes de PCDD/PCDF.....	174
Anexo 3	Cuestionarios	183
Anexo 4	Compilación de todos los factores de emisión	201
Anexo 5	Presentación de informes con arreglo a las disposiciones del artículo 15 del Convenio de Estocolmo	222
Anexo 6	Utilización de unidades en las emisiones atmosféricas.....	227
Anexo 7	Emisiones Per capita/PBI	228
Anexo 8	Calidad de los datos	235
Ejemplo de Inventario 1	Actualización y Corrección de un Inventario.....	238
	Cantidad de material quemado x $EF_{Atmósfera}$ =	239
	Cantidad de material quemado x $EF_{Atmósfera}$ =	240
	Cantidad de material quemado x $EF_{Atmósfera}$ =	240
	Cantidad de material quemado x EF_{Aire} =	241
	Cantidad de material quemado x EF_{Aire} =	241
Ejemplo Inventario 2	Grupo Fuente 1 Incineración de Residuos	243

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

I. Ejemplo de inventario de referencia utilizando estadísticas nacionales de combustión de residuos como principal fuente de datos de actividad	243
II. Actualización y corrección de un ejemplo general de inventario de referencia	244
Inventario de ejemplo 3 Grupo de fuentes 2 Producción de metales ferrosos y no ferrosos.....	251
Inventario ejemplo 4 Grupo de fuentes 3 Generación de energía y calor	263
Inventario ejemplo 5 Grupo de fuentes 4 Productos minerales	266
Ejemplo de Inventario 6 Categoría de fuente 5 Transporte	269
Ejemplo Inventario 8 Categoría de Fuente 7 Producción y uso de productos químicos y artículos de consumo 277	
E Ejemplo Inventario 9 Categoría de fuente 8 Otros	283
I. Categoría de fuente 8b Cremaciones	283
II. II. Categoría de fuente 8d Limpieza en seco	285
Ejemplo Inventario 10 Categoría de fuente 9 Eliminación y vertido	288

Abreviaturas y siglas

2,4,5-T	ácido 2,4,5-Triclorofenoxiacético
°C	Grados Celsius
a	Año, 365 días
ADt	Tonelada secada al aire (de pulpa)
APC(S)	(Sistema de) Control de contaminación aérea
BTA	Mejores técnicas disponibles
BEP	Mejores prácticas ambientales
BF	alto horno
BOF	Horno de oxígeno básico
BOS	Acero de oxígeno básico
C	Etapas de blanqueo por cloración usando cloro molecular dispersado disuelto en agua (producción de celulosa y papel)
CCMS	Comité de Desafíos de la Sociedad Moderna
CHP	Calor y potencia combinados
CF	Horno de cúpula
CLRTAP	Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia
CNP	2,4,6-Triclorofenil-4.-nitrofeniléter
COCHILCO	Comisión Chilena del Cobre
CORINAIR	Inventario de emisiones a la atmósfera
CTMP	Celulosa químico termomecánica
CUF	Factor de Utilización de Capacidad
D	Etapas de blanqueo con dióxido de cloro usando una solución acuosa de dióxido de cloro (ClO ₂) (Sección sobre la producción de celulosa y papel)
DCB	Diclorobenceno
dl-PCB	Policlorobifenilos o Bifenilos policlorados análogos a la dioxina
DL	Límite de detección
d.m.	Materia seca
E	Etapas de extracción del proceso de blanqueo usando hidróxido de sodio (NaOH)
EAf	Horno de arco eléctrico

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

ECF		Libre de cloro elemental (blanqueado)
ECVM		Consejo Europeo de Fabricantes de Vinilo
EDC		1,2-Dicloroetano
EMEP		Programa Cooperativo de Vigilancia y Evaluación de la transmisión a larga distancia de contaminantes atmosféricos en Europa
EPA		Agencia de Protección Ambiental
ESP		Precipitador electrostático
EU	UE	Unión Europea
FAO		Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GDP	PBI	Producto Bruto Interno
GEF	FMMA	Foro Mundial para el Medio Ambiente
h		Hora(s)
H ₂ SO ₄		ácido sulfúrico
ha		Hectárea(s)
HCB		Hexaclorobenceno
HW	RP	Residuos Peligrosos
I-FET	FET-I	Factor de Equivalencia Tóxica Internacional
I-EQT	EQT-I	Equivalente Tóxico Internacional
IF	HI	Horno de inducción
IPCS		Programa internacional de seguridad de las sustancias químicas (de la Organización Mundial de la Salud)
IPPC		Prevención y Control Integrados de la Contaminación (de la Unión Europea)
ISO		Organización Internacional de Normalización
K		(Grado) Kelvin
kPa		Kilo Pascal (= mil Pascales)
L		Litro
LPG		Gas Licuado de Petróleo
LOI		Pérdida de ignición (una medida para contenido residual de carbono)
LoC		Nivel de confianza
LOQ		Límite de cuantificación

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

LPG		Gas Licuado de Petróleo
LS		Acero líquido
m		Metro
m ³		Metro cúbico (habitualmente bajo condiciones operativas sin normalización a, por ej., temperatura, presión, humedad)
Mg		Magnesio pero ver también: megagramo (bajo unidades)
MSW	RSU	Residuos Sólidos Urbanos
NA		No corresponde (no es un vector de liberación relevante)
NaOH		Hidróxido de sodio
Na ₂ S		Sulfuro de sodio
NATO	OTAN	Organización del Tratado del Atlántico Norte
NCASI		Consejo Nacional (de la Industria del Papel) para la Mejora del Aire y del Vapor, Inc.
N-EQT		Equivalente tóxico usando el esquema Nórdico (utilizado comúnmente en los países escandinavos)
ND		No determinado/no hay datos (en otras palabras: hasta ahora no se dispone de mediciones)
NFR		Nomenclatura NFR (para notificación)
NIP	PNA	Plan Nacional de Aplicación (bajo el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes)
Nm ³		metro cúbico normalizado (estándar); el volumen que ocupa un gas a presión atmosférica (1,013 mbar) y 273.15 K (0°C)
<i>o</i>		orto
O		Etapas de blanqueo con oxígeno (producción de celulosa y papel)
OECD	OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OSPAR		Comisión para la Protección del Ambiente Marino del Nordeste Atlántico
<i>p</i>		para
PARCOM		Comisión Paris-Oslo
PCB		Bifenilos policlorados
PCDD		Dibenzo- <i>p</i> -dioxinas policloradas
PXDD		Dibenzo- <i>p</i> -dioxinas polihalogenadas

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

PCDF		Dibenzofuranos policlorados
PXDF		Dibenzofuranos polihalogenados
PeCBz		Pentaclorobenceno
PCP		Pentaclorofenol
PCP-Na		Sal de Sodio de Pentaclorofenol
POP	COP	Contaminantes Orgánicos Persistentes
PRTR		Registro de Liberación y Transferencia de Contaminantes
PTS	STP	Sustancias tóxicas persistentes
PVC		Polivinil cloruro
RDF		Combustible Derivado de Residuos
rpm		Revoluciones por minuto
SCR		Reducción / Reacción catalítica selectiva
SI		Sistema internacional de unidades
SNAP		Nomenclatura Seleccionada para el Código de Contaminantes Atmosféricos
t		Tonelada (métrica)
TCB		Triclorobenceno
TCF		Totalmente libre de cloro (blanqueo)
TEF	FET	Factor de Equivalencia Tóxica
TEQ	EQT	Equivalente Tóxico
		Nota: A los efectos del Kit de herramientas, no hay ninguna diferencia si las concentraciones o los factores de emisión se comunican en EQT-I o EQT-N u OMS-EQT (para PCDD/PCDF solo)
TMP		Celulosa termomecánica
TRI		Inventario de Liberación de Tóxicos
UNCED	CNUMAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo
UNDP	PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
UNECE	CEPE	Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa
PNUMA	PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
UNIDO	ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
URL		Localizador de Recursos Uniforme (la dirección mundial de documentos y otro recursos en la fuentes on the Red Informática Mundial)

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

UV		Ultravioleta
VCM	MCV	Monómero de cloruro de vinilo
VSK		Horno vertical
WEC		Consejo Mundial de Energía
WHO	OMS	Organización Mundial de la Salud

Unidades

Unidades SI

g	gramo	10^0 g		
kg	kilogramo	10^3 g		
t	toneladas	10^6 g (1.000 kg)	también Mg	Megagramo
kt	kilo-ton	1.000 t		
mg	miligramo	10^{-3} g		
µg	microgramo	10^{-6} g		
ng	nanogramo	10^{-9} g		
pg	picogramo	10^{-12} g		
fg	femtogramo	10^{-15} g		
kJ	Kilojoule	10^3 Joule		
MJ	Megajoule	10^6 Joule		
GJ	Gigajoule	10^9 Joule		
TJ	Terajoule	10^{12} Joule		
MW	Megawatt			
MWh	Megawatt hora			

Pa	Pascal	
kPa	kilopascal	10^3 Pascal

Unidades SI

Galón	1 gal	= 0,1337 ft ³	= 0,0038 m ³
libra	1 lb.	= 0,4536 kg	
pulgada	1 en	= 2.54 cm	= 0,0254 m

Definiciones

COP no intencionales A lo largo del documento, se utilizará el término “COP no intencionales” para referirse a los contaminantes orgánicos persistentes enumerados en la Parte I del Anexo C del Convenio de Estocolmo.

PARTE I ORIENTACIÓN GENERAL

Capítulo 1. Introducción y Visión General

En el marco del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), las Partes deben reducir las emisiones totales de fuentes antropogénicas de las sustancias químicas incluidas en el anexo C, con el objetivo de minimizar continuamente, y, si es posible, en última instancia eliminar las liberaciones de estas sustancias químicas no intencionales. Con este fin, las Partes deben elaborar planes de acción como parte de sus planes nacionales de aplicación (PNA) para identificar, caracterizar y combatir las liberaciones de COP no intencionales incluidos en el Anexo C. Los planes de acción a elaborar de acuerdo con el artículo 5 del Convenio deberán incluir evaluaciones de las liberaciones actuales y proyectadas, calculadas mediante la creación y el mantenimiento de inventarios de fuentes y estimaciones de liberaciones, tomando en consideración las categorías de fuentes incluidas en el Anexo C.

Para lograr el objetivo del Convenio, las Partes deben implementar o promover las mejores técnicas disponibles (MTD) y mejores prácticas ambientales (MPA), como se describe en las "Directrices sobre Mejores Técnicas Disponibles y Orientación Provisional sobre Mejores Prácticas Ambientales de Conformidad con el Artículo 5 y el Anexo C del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes".

Cinco años después de elaborar su plan de acción, las Partes están obligadas a revisar las estrategias adoptadas, incluyendo en qué medida se han reducido sus liberaciones de COP no intencionales, e incorporar estos análisis en informes nacionales de conformidad con el artículo 15.

1.1 Sustancias Químicas Enumeradas en el Anexo C

De conformidad con el artículo 5 del Convenio, los siguientes COP no intencionales se enumeran en el Anexo C:

- Dibenzo-*p*-dioxinas policloradas (PCDD)
- Dibenzofuranos policlorados (PCDF),
- Bifenilos policlorados (PCB),
- Hexaclorobenceno (HCB), y
- Pentaclorobenceno (PeCBz)¹.

Entre estos, los PCDD y PCDF (también referidos colectivamente como PCDD/PCDF) nunca han sido usados como productos comerciales, ni han sido fabricados intencionalmente más que para fines de laboratorio. PCB, HCB y PeCBz también son producidos en forma no intencional, por lo general por las mismas fuentes que producen PCDD/PCDF. Sin embargo, a diferencia de PCDD/PCDF, también han sido fabricados y utilizados para fines específicos, siendo que su producción y utilización intencionales superan con mucho su formación y emisión no intencional.

¹ El Anexo C fue modificado para incluir pentaclorobenceno en la cuarta reunión de la Conferencia de las Partes, que tuvo lugar del 4 al 8 de mayo de 2009, por la decisión SC-4/16.

Las liberaciones de PCDD/PCDF son acompañadas por liberaciones de otros COP no intencionales, que pueden ser minimizadas o eliminadas con las mismas medidas que se utilizan para abordar las emisiones de PCDD/PCDF. La elaboración de un inventario exhaustivo de PCDD/PCDF permite identificar fuentes prioritarias, establecer medidas y desarrollar planes de acción para minimizar las emisiones **de todos los COP no intencionales**.

Por tanto, se recomienda, por razones prácticas, concentrar las actividades de inventario en los PCDD/PCDF, ya que estas sustancias **indican la presencia de otros COP no intencionales**. Se considera que constituyen una base suficiente para **identificar y priorizar** las fuentes de todas estas sustancias, así como para **elaborar medidas de control aplicables a todos los COP del Anexo C** y para **evaluar su eficacia**.

Sólo en el contexto de una investigación o de otros proyectos, es aconsejable analizar las emisiones de todos los COP no intencionales que figuran en el anexo C con el fin de generar información útil para derivar los factores de emisión.

Además de factores de emisión de PCDD/PCDF, el Kit de herramientas también contiene factores de emisión de otros COP, cuando esa información está disponible. Por lo general, se proporcionan factores de emisión para los cinco vectores de emisión, es decir, aire (FE_{Aire}), agua (FE_{Agua}), suelo (FE_{Suelo}), productos ($FE_{Producto}$) y residuos ($FE_{Residuo}$).

1.2 Propósito

El propósito del "Kit de Herramientas para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Dioxinas, Furanos y otros COP no intencionales" es apoyar a las Partes en la preparación de inventarios² de PCDD/PCDF que sean consistentes en formato y contenido, para asegurarse que sea posible comparar resultados, identificar prioridades, medir el progreso y seguir los cambios a través del tiempo, tanto a nivel nacional como a nivel regional y mundial. Con este fin, el Kit de herramientas ofrece las siguientes "herramientas":

- Un procedimiento simple pero completo para la identificación de fuentes de PCDD/PCDF, incluyendo entre otras a las categorías de fuentes incluidas en el Anexo C, Partes II y III;
- Orientación sobre la recolección de información básica sobre el diseño, la operación y/o el rendimiento previsto de las fuentes, que justifique su clasificación y la asignación de factores de emisión por defecto adecuados;
- Factores de emisión por defecto – valores, expresados en EQT, para la cantidad de PCDD/PCDF liberada a cada vector por unidad de actividad (por ejemplo, μg de EQT por tonelada de material producido, por tonelada de combustible quemado, etc.) que se le ha asignado a cada clase dentro de las categorías de fuentes. Para los otros COP no intencionales, las concentraciones de masa se asignarán según el caso;

² En este documento se usa las expresiones "inventario" e "inventarios" para incluir tanto los inventarios de fuentes como las estimaciones de liberaciones asociadas.

- Orientación sobre la adquisición de los datos y la información relacionada para estimar los valores nacionales de las tasas anuales de actividad para las categorías y/o clases dentro de las categorías de fuentes, por ejemplo, toneladas anuales de residuos quemados, toneladas anuales de materia prima procesada, toneladas anuales de producto producido, etc.; y
- Una hoja de cálculo que enumera todos los grupos de fuentes, las categorías de fuentes y sus clases asociadas y factores de emisión, para los cinco vectores de liberación. Esta hoja de cálculo calculará automáticamente las liberaciones anuales de PCDD/PCDF de todas las categorías de fuentes en el país o región para el cual se introduzcan datos nacionales de actividad.

Los factores de emisión en la hoja de cálculo son modificables; es decir que los países pueden utilizar sus propios factores de emisión en vez de los que vienen por defecto, de preferencia utilizando las mismas unidades de medida para asegurar la comparabilidad de los resultados. Los países también pueden insertar nuevas categorías de fuentes o clases mediante la adición de líneas adicionales en la hoja de cálculo, para reflejar mejor las circunstancias nacionales.

1.3 Estructura y Uso del Kit de Herramientas

El Kit de herramientas se divide en tres partes: la Parte I contiene cuatro capítulos que proporcionan una orientación general para la elaboración de inventarios, la Parte II contiene los factores de emisión por defecto de nueve de los diez grupos de origen, y la Parte III proporciona información complementaria, incluyendo 53 anexos y 11 ejemplos de inventarios.

Parte I

Capítulo 1- Introducción y Visión General - resume las obligaciones de las Partes en virtud del Artículo 5 y el Anexo C del Convenio de Estocolmo, describe el propósito y la estructura del Kit de Herramientas y las sustancias químicas enumeradas en el Anexo C, incluyendo una breve descripción de su formación y fuentes.

Capítulo 2 – Identificación de fuentes de PCDD/PCDF y Estimación de Emisiones - trata de la identificación de las fuentes y proporciona una orientación general sobre la recolección de información que permite 1) identificar fuentes y catalogarlas por categoría y clase para facilitar la selección de los factores de emisión por defecto más adecuados, y 2) una guía para determinar las tasas de actividad de cada una de las clases dentro de cada categoría de fuente.

Capítulo 3- Comunicación de liberaciones - explica cómo realizar las actualizaciones y revisiones de inventarios, así como proyecciones de liberaciones futuras. Finalmente, describe el formato de presentación de informes en virtud del Artículo 15 de la Convención.

Capítulo 4- Calidad de los Datos - proporciona información sobre los criterios de calidad de los datos del inventario, junto con orientaciones sobre medidas posibles de garantías de calidad y control de calidad, y un enfoque simple para describir la calidad de los resultados del inventario.

Parte II

1 – Incineración de Residuos aborda siete categorías de fuentes de incineradores de residuos, las clases dentro de cada categoría y los factores de emisión por defecto para cada clase.

Enero de 2013

2 – Producción de Metales Ferrosos y no Ferrosos aborda doce categorías de fuentes para la producción de metales y aleaciones metálicas, incluyendo operaciones de reciclaje, las clases dentro de cada categoría y los factores de emisión por defecto para cada clase.

3 – Generación de Calor y Energía aborda cinco categorías de fuentes de instalaciones, grandes y pequeñas, que utilizan combustibles fósiles, biomasa o gas; las clases dentro de cada categoría y los factores de emisión por defecto para cada clase.

4 – Producción de Productos Minerales aborda siete categorías de fuentes de procesos de producción de minerales, las clases dentro de cada categoría y los factores de emisión por defecto para cada clase.

5 – Transporte aborda cuatro categorías de fuentes, incluyendo transporte por carretera y barco, las clases dentro de cada categoría y los factores de emisión por defecto para cada clase.

6 – Procesos de Combustión a Cielo Abierto aborda dos categorías de fuentes de quema de biomasa o residuos sin equipo técnico, las clases dentro de cada categoría y los factores de emisión por defecto para cada clase.

7 – Producción y Uso de Sustancias Químicas y Bienes de Consumo aborda ocho categorías de fuentes de diversas actividades industriales, las clases dentro de cada categoría y los factores de emisión por defecto para cada clase.

8 – Varios aborda una serie de cinco categorías de fuentes que no coinciden con la descripción de cualquier otro grupo de fuentes, las clases dentro de cada categoría y los factores de emisión por defecto para cada clase.

9 – Eliminación y Relleno Sanitario aborda cinco categorías de fuentes relacionadas con la eliminación de residuos, las clases dentro de cada categoría y los factores de emisión por defecto para cada clase.

10 – Emplazamientos contaminados y puntos calientes aborda trece categorías de fuentes que dentro de lo posible no deberían más que mencionarse en el inventario, ya que estas categorías no pueden ser clasificadas más específicamente y no se les puede asignar factores de emisión por defecto.

Parte III

Los siguientes anexos proporcionan información complementaria:

Anexo 1 – Cuadro de FET

Anexo 2 – Orientación para la identificación de fuentes de PCDD/PCDF

Anexo 3 - Cuestionarios

Anexo 4 – Recopilación de todos los factores de emisión

Anexo 5 – Comunicación de las emisiones

Anexo 6 – Uso de unidades de emisiones al aire

Anexo 7 – Emisiones por cápita/PIB

Anexo 8 – Calidad de los Datos

Anexos 9 a 53 - proporcionan información complementaria para los grupos de fuentes 1-10 y las categorías de fuentes incluidas en los grupos respectivos.

También se incluyen once **ejemplos de inventarios** en la Parte III para ilustrar el proceso de actualización y revisión de los inventarios, así como ejemplos concretos de inventarios de grupos de fuentes 1-10.

El Kit de herramientas (la versión actual que actualiza y modifica la segunda edición, publicada en 2005) se presenta en versión electrónica (basada en la web, y en CD-ROM). La versión electrónica del Kit de Herramientas ha sido desarrollada para aumentar la disponibilidad, la portabilidad y el almacenamiento de la información. Provee el contenido del Kit de herramientas de una manera interactiva y dinámica. La información está organizada en una estructura de fácil uso de capas múltiples por nivel de complejidad, donde los elementos de información están dispuestos de acuerdo con su relevancia para el proceso de inventario:

- La primera capa contiene elementos clave del Kit de herramientas e información esencial para la elaboración del inventario;
- La segunda capa de información complementaria o material explicativo adicional está incluida en anexos y ejemplos de inventario accesibles a través de hipervínculos;
- Existe información adicional complementaria accesible a través de ventanas emergentes;
- Las referencias cruzadas dentro de las secciones del Kit de herramientas se hacen a través de enlaces internos, y
- Se usan enlaces externos para hacer referencia a recursos externos.

Entre otras características, la herramienta basada en la web también ofrece acceso a funciones interactivas que incluyen una herramienta de búsqueda y el acceso a archivos de Excel para calcular liberaciones. Con esto, el usuario tiene flexibilidad de acceso al contenido del Kit de herramientas para satisfacer necesidades de información específicas.

1.4 Emisiones de COP de fuentes

El Kit de herramientas fue creado con el propósito de ayudar a cada país a identificar y cuantificar fuentes de COP no intencionales dentro de las fronteras del país y estimar las emisiones de esas fuentes.

Las fuentes de liberación de COP pertenecen a cuatro tipos generales, tres de los cuales son procesos activos en curso, y uno es un legado de actividades históricas:

- procesos de producción de sustancias químicas, por ejemplo, instalaciones o unidades de producción que producen fenoles clorados o en las que se fabrican ciertos productos químicos clorados, o que fabrican pulpa y papel utilizando cloro elemental para el blanqueo químico;

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

- Procesos térmicos y de combustión, por ejemplo, incineración de residuos, combustión de combustibles sólidos y líquidos, o producción de metales mediante procesos térmicos;
- Procesos biogénicos en los que se pueden formar PCDD/PCDF a partir de precursores – sustancias químicas manufacturadas, como el pentaclorofenol, que son precursores estructuralmente muy próximos de PCDD/PCDF.
- Fuentes reservorios tales como antiguos basurales que contienen PCDD/PCDF y otros residuos contaminados con COP, y suelos y sedimentos en los que con el tiempo se han acumulado COP.

El Kit de herramientas contiene información sobre cada una de las categorías de fuentes de COP no intencionales que figuran en el Anexo C, algunas categorías de fuentes adicionales, y una estrategia para identificar nuevas categorías de fuentes. En él se describe un proceso paso a paso para calcular las liberaciones de PCDD/PCDF para cada categoría de fuente a los siguientes ambientes:

- Aire,
- Agua (agua superficial y subterránea, incluyendo aguas marinas y de estuario), y
- Suelo (suelos superficiales),

Y para las salidas de proceso siguientes:

- Productos (tales como productos químicos, incluyendo plaguicidas o artículos de consumo como papel, textiles, etc.);
- Residuos (inclusive ciertos residuos líquidos, lodos, y residuos sólidos, que son manejados y eliminados como residuos o pueden ser reciclados).

Procesos de Combustión

Los PCDD/PCDF y otros COP no intencionales pueden formarse en procesos de combustión en los que se encuentren presentes sus elementos componentes - carbono, oxígeno, hidrógeno y cloro – y la temperatura de combustión oscile entre 200°C y 900°C (De Fre y Rymen 1989). Se han propuesto dos mecanismos principales para la formación de PCDD/PCDF durante la combustión:

- la formación *de novo*, en la cual estructuras basadas en carbono no extraíble, que difieren esencialmente de los PCDD/PCDF, sufren transformaciones y reacciones hasta formar PCDD/PCDF; y
- la formación o reacción de precursores, en las que fragmentos de hidrocarburos son sometidos a ciclación u oxidación incompleta formando sustancias químicas que comparten semejanzas estructurales con PCDD/PCDF, y que son objeto de reacciones posteriores para finalmente formar PCDD/PCDF.

La formación de PCDD/PCDF a través de estos mecanismos puede darse de forma homogénea (las moléculas reaccionan solamente en la fase gaseosa o en la fase sólida) o heterogénea (las reacciones son entre moléculas en fase gaseosa y superficies).

Enero de 2013

Los PCDD/PCDF también se pueden destruir durante la combustión si las temperaturas son suficientemente elevadas, los tiempos de residencia son adecuados y la mezcla en la zona de combustión es suficientemente completa³. Sin embargo, los gases de combustión también deben ser enfriados rápidamente en la zona de post-combustión, para minimizar la formación de nuevos PCDD/PCDF en esta fase. Variables que sabidamente influyen en la formación de PCDD/PCDF en los procesos de combustión incluyen:

- Tecnología: combustión pobre, mezcla pobre en la cámara de combustión, cámaras de post-combustión mal diseñadas y gestionadas, y dispositivos de control de contaminación atmosférica inadecuados están asociados a aumentos de la formación de PCDD/PCDF.
- Temperatura: se han reportado formaciones en zonas de post-combustión y dispositivos de control de contaminación atmosférica a temperaturas que van desde 200°C a 650°C, siendo que la mayor formación se produce entre 200°C y 450°C, llegando a su pico aproximadamente a los 300°C;
- Metales: la formación es catalizada por metales como el cobre, hierro, zinc, aluminio, cromo y manganeso;
- Azufre y nitrógeno: las sustancias químicas que contienen azufre y nitrógeno tienen el potencial de inhibir la formación de PCDD/PCDF bajo ciertas condiciones, pero pueden dar lugar a otros subproductos indeseables;
- Cloro: el cloro debe estar presente. Que sea en forma orgánica, inorgánica o elemental en los materiales quemados es relativamente insignificante. Sin embargo, su presencia en las cenizas volantes o en su forma elemental en la fase gaseosa puede ser especialmente importante.

Otras variables y combinaciones de condiciones también afectan la formación de PCDD/PCDF. Por ejemplo, al simular la quema de residuos domésticos en un barril de metal dentro de una choza de quemadura, Gullet y col. (1999) reportaron una mayor formación de PCDD/PCDF con 1) el aumento de cloro en los residuos, independiente de la forma original del cloro - orgánica o inorgánica; 2) humedad superior; 3) el aumento de carga de residuos y 4) niveles mayores de metales catalíticos.

Procesos Químicos Industriales

Al igual que con los procesos de combustión, también en los procesos químicos industriales deben estar presentes carbono, hidrógeno, oxígeno y cloro para la formación de PCDD/PCDF. En los procesos de fabricación de productos químicos, la existencia de una o más de las condiciones siguientes puede favorecer la formación de PCDD/PCDF: (OTAN/CCMS 1992, Hutzinger y Fiedler 1988):

- Temperaturas elevadas (>150°C);
- Condiciones alcalinas (especialmente durante la purificación);
- Catálisis con metales;

³ Las buenas prácticas de combustión incluyen la presencia de los “3Ts” – temperatura, turbulencia y tiempo de residencia.

- Radiación ultravioleta o sustancias que generan radicales.

Entre los productos químicos que contienen cloro, los siguientes grupos han sido asociados a la formación de PCDD/PCDF como subproductos durante su producción:

- fenoles clorados y sus derivados;
- compuestos aromáticos clorados y sus derivados;
- sustancias químicas cloradas alifáticas,
- catalizadores clorados y productos químicos inorgánicos.

También pueden formarse PCDD/PCDF como subproductos de algunos productos químicos que no contienen cloro, si el cloro está presente en alguna forma, o es usado durante su producción.

Aplicación de Equivalentes Tóxicos (EQT)

Tomados en conjunto, los PCDD y PCDF forman un grupo de 210 productos químicos tricíclicos aromáticos clorados; hay 75 congénere de PCDD y 135 congénere de PCDF posibles. PCDD y PCDF se dan típicamente en forma de mezclas. Los compuestos más tóxicos tienen cloros en las posiciones 2, 3, 7 y 8; se les ha asignado un factor de equivalencia de toxicidad (FET) basado en la potencia relativa de cada congénere en comparación con el congénere más tóxico, 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-*p*-dioxina. En total, son 17 congénere en los que los átomos de cloro están en las posiciones 2, 3, 7 y 8. Las mezclas de estos congénere a menudo son evaluadas y reportadas con un número único, llamado equivalente tóxico (EQT). Para determinar el EQT de una mezcla, se determina analíticamente la concentración de masa de cada congénere, multiplicada por el FET asignado, y se suman los productos. El primer esquema, calculado por el Comité sobre los Desafíos de la Sociedad Moderna de la Organización del Tratado del Atlántico Norte en 1988 y denominado FET-I, abarcó 17 PCDD/PCDF. Las revisiones posteriores de los FET fueron coordinadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1997 y 2005. Estas revisiones también incluyeron 12 bifenilos policlorados similares a las dioxinas (dl-PCB). De los PCB, los compuestos que tienen la toxicidad más elevada son aquellos en los que la molécula puede asumir una configuración planar, análoga a la de los PCDD/PCDF.

Para el cálculo de las liberaciones de PCDD/PCDF inventariados, el Convenio exige que se utilicen los FET más avanzados. En la actualidad, estos son los FET-OMS establecidos por una reunión de expertos de la OMS/IPCS en 2005 (van den Berg y *col.* 2006) (véase el Anexo 1). Sin embargo, éstos aún no han sido reconocidos o aprobados por la Conferencia de las Partes. A los efectos del Kit de herramientas y sus estimaciones de "orden de magnitud" de los factores de emisión, las diferencias entre los FET-OMS (ya sea de 1998 o de 2005) y el los FET internacionales (FET-I) previamente establecidos por el Comité para los Desafíos de la Sociedad Moderna de la Organización del Tratado del Atlántico Norte en 1988 son insignificantes. Por lo tanto, el esquema de FET que acompaña a los factores de emisión no está especificado en el Kit de herramientas. Al hacer referencia a valores de mediciones, se debe incluir el esquema de FET utilizado.

1.5 Limitaciones

Un inventario puede proporcionar información valiosa sobre la magnitud de las liberaciones a cada medio ambiente, y sobre productos y residuos. Puede destacar fuentes por posibles impactos, pero no puede proporcionar una guía precisa del impacto relativo de estas liberaciones sobre humanos o ecosistemas expuestos ya que el destino de los PCDD/PCDF varía considerablemente de una fuente de liberación a otra. El objetivo principal es identificar fuentes de COP no intencionales, priorizarlas y tomar medidas para evitar su formación y reducir o eliminar las liberaciones de COP no intencionales. Además, las medidas adoptadas para abordar las liberaciones de PCDD/PCDF son igualmente adecuadas para otros COP no intencionales.

Los factores de emisión por defecto que se presentan en el Kit de herramientas son las mejores estimaciones derivadas de resultados experimentales de fuentes bien documentadas (es decir, teniendo en cuenta la tecnología, las características de los procesos, y prácticas de explotación), o están basadas en la opinión de expertos. Los resultados obtenidos para procesos de características similares se agregan en un factor de emisión que representa estimaciones de liberaciones por “orden de magnitud”, que no describen con precisión la liberación de PCDD/PCDF de plantas/instalaciones individuales.

A los factores de emisión por defecto se les asigna rangos de calidad de datos para permitir un enfoque fundamentado para la estimación de liberaciones de PCDD/PCDF. Deben aplicarse con el nivel de confianza especificado sólo al comparar una situación específica en determinadas circunstancias nacionales. El Anexo 8 proporciona más información sobre problemas vinculados a la calidad de los datos, relacionados con los factores de emisión y las tasas de actividad.

Sobre todo, el Kit de herramientas ofrece orientación centrada en la elaboración del inventario de fuentes y liberaciones de COP no intencionales. El Kit de herramientas se basa en la consulta sistemática a expertos, y por lo tanto puede ser considerado como la recopilación más actualizada y completa de factores de emisión de COP no intencionales.

Capítulo 2 Identificación de fuentes y Estimación de Emisiones de PCDD/PCDF

El inventario de PCDD/PCDF incluye estos cinco pasos:

- Identificar las fuentes⁴;
- Seleccionar los factores de emisión para las fuentes;
- Asignar tasas de actividad a cada una de las fuentes;
- Multiplicar el factor de emisión por la tasa de actividad;
- Recopilar el inventario.

2.1 Identificación de las Fuentes

Para ayudar a las Partes en la identificación de fuentes de PCDD/PCDF a nivel nacional, el Kit de herramientas incluye categorías de fuentes, descritas en el anexo C del Convenio de Estocolmo, Partes II y III. Dado que la lista de la parte III es indicativa y abierta a adiciones, el Kit de herramientas también incluye otras categorías de fuentes que se han identificado en inventarios existentes, evaluaciones nacionales, estudios científicos, etc. También proporciona un proceso de selección simple para identificar otras fuentes que todavía no están incluidas en el Kit de herramientas.

Fuentes listadas en el Kit de Herramientas

Un país o región puede comenzar a identificar sus fuentes de PCDD/PCDF determinando la presencia o no dentro de sus fronteras de las fuentes de PCDD/PCDF que figuran actualmente en el Kit de herramientas. El Kit de herramientas enumera las categorías de fuentes incluidas en el anexo C, así como las identificadas por otros medios, tales como los inventarios nacionales de PCDD/PCDF, estudios científicos e informes.

Las categorías de fuentes enumeradas en el Kit de herramientas se dividen en diez grupos de origen. La tabla I.2.1 presenta estos diez grupos de origen y las categorías de fuentes que figuran actualmente en el Kit de Herramientas.

Cuadro I.2.1 – Grupos de fuentes y Categorías de fuentes Asociadas						
Grupo de fuentes	1. Incineración de Residuos		2. Producción de Metales Ferrosos y No Ferrosos	3. Generación de Calor y Energía	4. Producción de Minerales	5. Transporte
Categorías de fuentes	a	Incineración de residuo sólidos urbanos	Sinterización de mineral de hierro	Plantas eléctricas de combustibles fósiles	Producción de cemento	Motores de 4 tiempos
	b	Incineración de residuos peligrosos	Producción de coque	Plantas eléctricas de biomasa	Producción de cal	Motores de 2 tiempos
	c	Incineración de	Producción de hierro y acero y	Rellenos Sanitarios, combustión de	Producción de	Motores a diésel

⁴ A las fuentes que se ha determinado que no está presentes en el país se les asigna el valor “0” en el inventario nacional.

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

		residuos médicos	fundiciones	biogás	ladrillos	
	d	Incineración de residuos de fracción ligera	Producción de cobre	Calefacción y cocina domésticas (biomasa)	Producción de vidrio	Motores a hidrocarburo pesado
	e	Incineración de lodos cloacales	Producción de aluminio	Calefacción doméstica (combustibles fósiles)	Producción de cerámica	
	f	Incineración de residuos de madera y residuos de biomasa	Producción de plomo		Mezcla de asfalto	
	g	Dstrucción de carcasas de animales	Producción de zinc		Procesamiento de esquisto bituminoso	
	h		Producción de latón y bronce			
	i		Producción de magnesio			
	j		Producción de otros metales no ferrosos			
	k		Trituradoras			
	l		Recuperación térmica de cables			
Grupo de fuentes		6. Procesos de Quema a Cielo Abierto	7. Producción y Uso de Sustancias Químicas y Bienes de Consumo	8. Varios	9. Eliminación y Rellenos Sanitarios	10. Emplazamientos Contaminados y Puntos Calientes
Categorías de fuentes	a	Quema de biomasa	Producción de pulpa y papel	Secado de biomasa	Rellenos sanitarios y minería de Vertederos	Sitios usados para producir cloro
	b	Quema de residuos, e incendios	Sustancias inorgánicas cloradas	Hornos crematorios	Aguas servidas y tratamiento de aguas servidas	Sitios usados para producir organoclorados y depósitos conexos
	c		Sustancias cloradas alifáticas	Ahumaderos	Vertedero en mar abierto	Sitios de aplicación de plaguicidas y productos químicos que contienen PCDD/PCDF
	d		Sustancias químicas cloradas aromáticas	Lavado en seco	Compostaje	Sitios de fabricación y tratamiento de madera
	e		Otras sustancias químicas cloradas y no cloradas	Consumo de tabaco	Tratamiento de residuos de hidrocarburo (no térmico)	Fábricas textiles y de cuero
	f		Refinería de petróleo			Uso de PCB

	G		Producción textil			Uso de cloro para producción de metales y productos químicos inorgánicos
	H		Curtiembre			Incineradores de residuos
	I					Industrias metalúrgicas
	J					Incendios
	K					Dragado de sedimentos; planicies inundables contaminadas
	L					Otros vertederos/rellenos sanitarios de residuos de grupos 1-9
	M					Emplazamientos de caolín o arcilla caolinífera

Cuando una actividad o proceso está identificado, pero no descrito, o no coincide exactamente con la descripción proporcionada en el Kit de herramientas, se puede incluir la estimación respectiva de liberaciones de PCDD/PCDF en el inventario nacional. Se debe incluir la fuente adicional en el inventario nacional mediante la inclusión de líneas adicionales en el grupo de origen respectivo (en la planilla de cálculo Excel). Estas adiciones deben ser debidamente resaltadas⁵.

Fuentes no enumeradas en el Kit de Herramientas

Para identificar fuentes de PCDD/PCDF que actualmente no figuran en el Kit de Herramientas, es necesario determinar si hay, o ha habido, cloro (en forma elemental, orgánica o inorgánica) en los procesos o actividades analizadas. Muchos factores influyen en la formación de PCDD/PCDF. Sin embargo, no puede haber formación de PCDD/PCDF sin cloro; con la presencia de cloro, así sea como elemento traza, la formación de PCDD/PCDF es posible.

Cuando las Partes han identificado procesos o actividades que son fuentes potenciales de PCDD/PCDF debido a la presencia o el uso de alguna forma de cloro, dichas fuentes potenciales deben ser evaluadas cuidadosamente. La evaluación puede comenzar por la investigación de los inventarios existentes, publicaciones científicas, informes gubernamentales, etc, para determinar si ya se ha informado que los procesos analizados o procesos muy similares liberan PCDD/PCDF. El Anexo 2 contiene orientaciones adicionales, incluyendo listas de procesos y actividades para los cuales existen evidencias de formación y /o liberación de PCDD/PCDF, pero que no han sido abordados en otras partes del Kit de herramientas.

⁵ Por ejemplo, si la cremación de humanos o animales se hace de manera diferente a los crematorios descritos en la categoría 8(b) para crematorios, o 1(g) para carcasas de animales, o 6(b) para quema de residuos al aire libre.

2.2 Factores de emisión

Para cada fuente y/o categoría de fuentes, es necesario obtener información básica sobre el diseño, operación y otros factores relacionados que puedan influir sustancialmente en la magnitud de la liberación de PCDD/PCDF. Basándose en esta información, se clasificará cada fuente y se la colocará en una de las varias clases a las que se asignan factores de emisión por defecto.

Los ejemplos de cuestionarios proporcionados en el Anexo 3 pueden resultar útiles para obtener la información necesaria para clasificar las categorías de fuentes y así seleccionar los factores de emisión apropiados. Sugerencias más específicas sobre la información necesaria y posibles vías para la obtención de dicha información para una categoría de fuentes se pueden ver en la Parte II, en los capítulos relativos a los grupos de fuentes 1 al 10.

Los factores de emisión por defecto que se presentan en el Kit de herramientas se han extraído de una serie de fuentes de datos, que van desde experimentos de laboratorio, publicaciones revisadas por pares y proyectos experimentales específicos, a informes gubernamentales o institucionales. Los factores de emisión para cada clase son las mejores estimaciones basadas, en lo posible, en datos medidos en fuentes bien documentadas, teniendo en cuenta la tecnología, características del proceso y prácticas de operación, o bien estimaciones basadas en la opinión de expertos. A los efectos de la definición de un factor de emisión por defecto, se agrupan resultados/procesos con características similares en un solo factor de emisión. Así, los factores de emisión por defecto del Kit de Herramientas son aproximaciones que pretenden representar órdenes de magnitud de estimaciones de liberaciones. Son adecuados para derivar los inventarios nacionales de liberaciones, establecer prioridades, elaborar planes de acción y evaluar su eficacia; sin embargo, no se deben tomar como una descripción precisa de las emisiones de plantas/instalaciones individuales.

La metodología del Kit de Herramientas está diseñada de manera que se pueden utilizar tanto los factores de emisión derivados por cada país como los factores de emisión por defecto del Kit de herramientas. Se recomienda usar los factores de emisión por defecto a efectos de comparación, o en los casos en que los factores de emisión específicos del país no estén disponibles.

2.3 Tasas de actividad

Las tasas de actividad son valores, en unidades por año de producto fabricado (por ejemplo, acero, sinterizado, cemento, pulpa, abono, etc.), o de material de entrada procesado (por ejemplo, residuos urbanos, residuos peligrosos, carbón, combustible diésel, cuerpos cremados, etc.), o cantidades anuales de material liberado (por ejemplo, m³ de gas de combustión, litros de aguas servidas, kilogramos o toneladas de lodos generados, etc.).

Los valores de las tasas de actividad se pueden encontrar en la información estadística centralizada recopilada por organismos estaduales, provinciales, nacionales o internacionales, y se pueden obtener de las asociaciones comerciales y los propietarios/operadores de las instalaciones. Son posibles fuentes de información sobre tasas de actividad:

- Estadísticas nacionales;
- Balance Nacional de Energía;
- Registros de la actividad económica regional, incluyendo datos de la producción nacional y de importación/exportación;
- Estadísticas internacionales, como EUROSTAT, OCDE, FAO, Banco Mundial, etc
- Registros locales de operación y de permisos de instalaciones industriales;
- Datos de la asociación industrial;
- La producción histórica y datos de la industria;
- Otros inventarios de emisiones, tales como el inventario de los contaminantes criterio, y gases de efecto invernadero;
- Cuestionarios;
- Registros de emisiones y transferencia de contaminantes (RETC).

Cuando la tasa de actividad para una categoría de fuente industrial no esté disponible, pero se conozca la capacidad nominal, se puede calcular una tasa de actividad multiplicando la capacidad por el factor de utilización de la capacidad interna (FUC). Si el FUC interno no está disponible, se puede usar un FUC regional o global, y si no hay un FUC regional o mundial disponible, el Grupo de Expertos del Kit de Herramientas puede proporcionar un valor adecuado.

Las tasas de actividad de las categorías de fuentes difusas, como el tráfico, la quema de residuos domésticos, residuos agrícolas, etc., se determinan mejor mediante el uso de datos centralizados disponibles.

2.4 Estimaciones de Emisiones

Una vez identificadas y clasificadas las fuentes de PCDD/PCDF, seleccionados los factores de emisión y determinadas las tasas nacionales o regionales de actividad, la estimación de las emisiones anuales totales por grupo de origen, categoría de fuente y clase es relativamente simple y directa.

La liberación anual de PCDD/PCDF para una clase de origen se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación: la tasa de actividad se multiplica por cada uno de los cinco factores de emisión, y la suma de los cinco valores resultantes representa la cantidad de PCDD/PCDF liberados anualmente para la clase de origen.

$$\begin{aligned} \text{PCDD/PCDF liberados, gramos EQT/año} = & \text{Tasa de Actividad} \times \text{Factor de emisión}_{\text{Aire}} \\ & + \text{Tasa de Actividad} \times \text{Factor de emisión}_{\text{Agua}} \\ & + \text{Tasa de Actividad} \times \text{Factor de emisión}_{\text{Factor Suelo}} \\ & + \text{Tasa de Actividad} \times \text{Factor de emisión}_{\text{Producto}} \\ & + \text{Tasa de Actividad} \times \text{Factor de emisión}_{\text{Residuo}} \end{aligned}$$

La liberación anual de PCDD/PCDF para una categoría de fuente se calcula como la suma de las emisiones anuales totales de cada clase dentro de la categoría.

La liberación anual de PCDD/PCDF para cada grupo de fuentes es la suma de las emisiones anuales calculadas para cada categoría de fuente en el grupo de fuentes.

La emisión total anual de PCDD/PCDF para un país o región es la suma de las emisiones anuales de todos los grupos de fuentes.

La hoja de cálculo se utiliza para determinar las liberaciones anuales de acuerdo a los grupos de fuentes y el año informado.

2.5 Recopilación del Inventario de PCDD/PCDF

El Kit de herramientas simplifica y acelera los cálculos descritos anteriormente proporcionando una hoja de cálculo de Excel que contiene una lista de las categorías de fuentes abordadas en el Kit de herramientas, junto con sus clases asociadas y factores de emisión por defecto correspondientes. Después de introducidas en la hoja de cálculo las tasas de actividad de todas las clases dentro de las categorías de fuentes que se ha determinado que están presentes en un país o región, las liberaciones anuales de PCDD/PCDF se calculan automáticamente para cada categoría de fuente. Una hoja de cálculo de resumen proporciona una visión general de todas las emisiones de acuerdo con los vectores (aire, agua, suelo, producto, residuo) y por grupos de origen.

También se puede incluir en la hoja de cálculo fuentes recientemente identificadas, con sus tasas de actividad y factores de emisión. Sus emisiones también se calculan y se incluyen en los resultados finales de forma automática. Si se desea, un país puede reemplazar los factores de emisión por defecto del Kit, con sus propios factores de emisión que se han calculado por otras vías.

Estas y otras cuestiones relacionadas con la preparación de inventarios y comunicación de emisiones se discuten en mayor detalle en el Capítulo 3 Comunicación de Emisiones.

Capítulo 3 Comunicación de Emisiones

3.1 Categorización de las fuentes

Las categorías de fuentes de liberaciones de COP no intencionales del Convenio de Estocolmo se enumeran en el Anexo C, Parte II y Parte III del Convenio. Estas categorías de fuentes se encuentran también entre las consideradas en el Kit de herramientas, donde se distribuyen en diez grupos de fuentes para facilitar la elaboración de los inventarios nacionales de emisiones y la comunicación de COP liberados.

El formato estándar para comunicar liberaciones de PCDD/PCDF mediante informes nacionales, en virtud del Artículo 15 se incluye en el Anexo 5, Cuadro III.5.1.

Algunos países también informan las liberaciones de COP a la atmósfera, y una serie de otros contaminantes, en el marco del Convenio de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE) sobre contaminación atmosférica transfronteriza (CLRTAP). Para estos países, una breve explicación de la categorización de fuentes bajo CLRTAP, incluyendo una lista de las categorías de fuentes en el marco del Convenio de Estocolmo y sus denominaciones equivalentes en CLRTAP, se presenta en el Anexo 5, Cuadro III.5.2 .

Se alienta a las Partes a informar la liberación de COP no intencionales en los informes nacionales presentados en virtud del Artículo 15 de la Convención, de acuerdo con las categorías de fuentes incluidas en el Anexo C del Convenio, agrupados en los grupos de origen especificados en el Kit de herramientas. Al cumplir con este enfoque, las Partes se asegurarán de que se cumplen las siguientes condiciones:

- Las estimaciones de liberaciones de COP no intencionales son fácilmente comparables;
- Se pueden preparar fácilmente resúmenes regionales y globales de liberaciones, y
- Se pueden elaborar fácilmente las tendencias temporales a los efectos de la evaluación de efectividad en virtud del Artículo 16 de la Convención.

3.2 Estimaciones de línea base, actualizaciones, revisiones y proyecciones de liberaciones

El Artículo 5, párrafo (a) (i) del Convenio de Estocolmo requiere que las Partes evalúen las liberaciones actuales y proyectadas, incluida la preparación y el mantenimiento de inventarios de fuentes y estimaciones de liberaciones de las sustancias químicas enumeradas en el Anexo C, Parte I, teniendo en cuenta las categorías de fuentes identificadas en el Anexo C , Parte II y III de la Convención.

En la práctica, esto significa que las Partes deben preparar sus estimaciones iniciales de liberaciones y actualizar estas estimaciones a intervalos regulares (por ejemplo cada cinco años). Las partes también pueden considerar necesario revisar su estimación inicial y estimaciones posteriores para establecer y mantener la coherencia necesaria para discernir tendencias significativas en las liberaciones a través del tiempo.

La **estimación de la liberación basal o inicial de referencia** es el primer inventario de fuentes y liberaciones de COP del Anexo C elaborado por una Parte, por lo general, como parte del Plan Nacional de Aplicación elaborado en virtud del Artículo 7. Este primer inventario sirve como punto de referencia contra el cual se evalúan las estimaciones posteriores de la versión actualizadas, con el fin de establecer las tendencias de las emisiones a través del tiempo y evaluar la eficacia de las estrategias adoptadas para la minimización y / o eliminación de PCDD/PCDF y otras emisiones de COP no intencionales.

Como se muestra en la Figura I.3.1, la **actualización del inventario** comienza con un examen del inventario anterior/de línea base, para identificar el método utilizado, incluyendo:

- La clasificación de fuentes y factores de emisión utilizados
- Las fuentes de información sobre las cuales se estimaron las tasas de actividad
- Supuestos y opiniones de expertos, usados para llenar las lagunas

En un segundo paso, el autor del inventario debe **revisar los cambios en los datos desde el inventario de línea base**, en particular mediante la verificación de factores que puedan influir en cambios en las liberaciones a través del tiempo. Ellos incluyen: el crecimiento económico y/o demográfico, cambios en las tecnologías, particularmente por la introducción gradual de MTD y MPA, la construcción, reconstrucción o cierre de plantas de producción, la sustitución de combustibles, la introducción de técnicas de reducción, la identificación de nuevas fuentes, y otros.

También es importante **comprobar si hay factores de emisión nuevos o revisados disponibles, o si se han incluido nuevas categorías de fuentes o clases en el Kit de herramientas**. Una vez recogidos estos datos e información, el autor del inventario procederá a reclasificar las fuentes para reflejar la situación actual en el año de referencia específico, y al establecer las tasas de actividad para el año de referencia.

Una vez que la información haya sido evaluada y el inventario haya sido actualizado para reflejar los cambios económicos, demográficos y técnicos, puede ser **necesario recalcular los inventarios anteriores**, incluida la línea base. La revisión de los inventarios anteriores, incorporando los factores nuevos o revisados de emisión y las nuevas categorías de fuentes y clases es especialmente importante.

Además de estos cambios en la metodología del Kit de herramientas, algunos **factores nacionales específicos también pueden llevar a la necesidad de una revisión**. Estos suelen estar relacionados con la disponibilidad, a nivel de país, de **información/conocimientos nuevos o corregidos**; por ejemplo, una corrección a las estimaciones de actividades pasadas, o el descubrimiento de fuentes que existían en el pasado, pero que no fueron consideradas en los inventarios anteriores debido a la falta de información adecuada en el momento.

La revisión de los inventarios anteriores pretende corregir las estimaciones de los mismos, mediante la inclusión de información faltante, llenando lagunas, utilizando el mismo conjunto de factores de emisión, los mismos supuestos y opiniones de expertos usados en el inventario actualizado.

Sólo después de esta etapa, el autor del inventario podrá calcular las liberaciones actualizadas y **establecer tendencias consistentes de liberaciones a través del tiempo**. Si se han reclasificado las fuentes y/o se han modificado los factores de emisión, consecuentemente se deben asignar nuevos

Enero de 2013

factores; si ni la clasificación de la fuente ni los factores de emisión han cambiado, se mantienen los mismos factores; finalmente se estiman las liberaciones multiplicando los factores de emisión por las tasas de actividad correspondientes.

El cumplimiento de todas estas etapas durante la actualización del inventario y el proceso de revisión es esencial para poder computar tendencias coherentes a través del tiempo, basadas en resultados comparables y consistentes a través del tiempo. Se debe usar el mismo enfoque consistentemente para todas las estimaciones de liberaciones, para garantizar la consistencia de los resultados a través del tiempo y poder evaluar tendencias a través del tiempo.

Si el enfoque cambia con el tiempo, si hay información o conocimientos nuevos o corregidos a nivel de país, **los inventarios anteriores necesitan ser revisados en consecuencia, usando el mismo enfoque para todos los inventarios.** De otra manera no será posible comparar datos de diferentes años de referencia y establecer tendencias consistentes en el tiempo.

Las Partes pueden hacer proyecciones de estimaciones de liberaciones futuras utilizando una misma metodología, considerando:

- Factores de emisión adecuados, basados en cambios planeados o esperados en tecnologías, materias primas, combustibles, técnicas de reducción u otros parámetros clave que puedan influir en las estimaciones de liberación (por ejemplo, los provocados por el plan de acción elaborado en virtud del Artículo 5 de la Convención).
- Proyecciones de tasas de actividad futuras para determinadas categorías de fuentes, basadas en, por ejemplo, el desarrollo socio-económico esperado, los planes de producción para una categoría de fuente o fuente de determinado grupo, etc.

El ejemplo de inventario 1 contiene una ilustración del proceso de actualización y revisión de los inventarios.

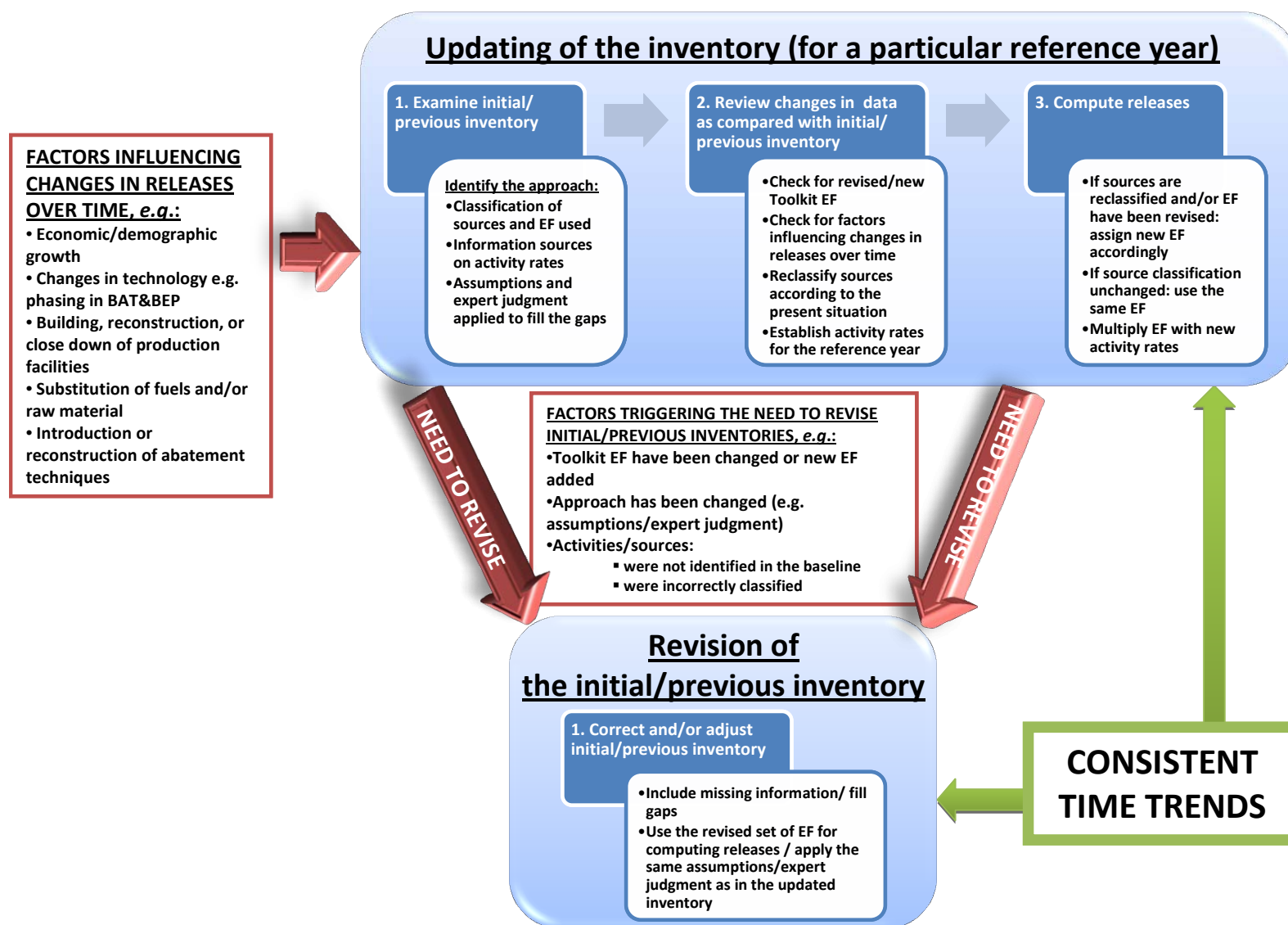


Figura I.3.1 Establecimiento de tendencias de liberaciones de COP a través del tiempo.

Capítulo 4 Calidad de los datos

Los inventarios de fuentes y las estimaciones de liberaciones informadas conforme al Artículo 15 deben ser:

- Confiables,
- Consistentes a lo largo del tiempo
- Comparables entre países,
- Transparentes, y
- Completos.

Inventarios **confiables** implican la aplicación coherente de metodologías reconocidas internacionalmente, como el Kit de herramientas y el uso de la mejor información disponible a nivel nacional.

Para lograr **consistencia** en el tiempo, se debe usar el mismo enfoque en el tiempo, para establecer tendencias temporales consistentes. Para garantizar la **comparabilidad entre países**, todos los países deben informar de acuerdo a los mismos grupos de origen y la categorización de origen.

Para que las estimaciones sean **transparentes**, el enfoque, la metodología, la información y los supuestos utilizados deben estar claramente descritos, documentados y archivados para facilitar futuras actualizaciones de inventario.

Para que los inventarios de emisiones sean **completos**, se deben considerar todos los tipos de fuentes pertinentes, todas las fuentes dentro de estas categorías y todos los vectores de liberación pertinentes en todo el país. El inventario también debe incluir información sobre las categorías de fuentes que no existen o no operan en el país durante el año de referencia.

4.1 Garantía de calidad y control de calidad (GC/CC)

Para asegurar que el inventario de fuentes y las estimaciones de liberaciones cumplan con los criterios de calidad descritos anteriormente se deben aplicar las siguientes medidas de garantía de calidad y control de calidad (GC/CC):

Tasas de actividad

- Alinee la unidad de la tasa de actividad con la unidad del factor de emisión.
- Preste atención a las órdenes de magnitud al recalcular las tasas de actividad y aplicar los factores de emisión.
- Explique en forma clara y completa todos los supuestos hechos para llenar las lagunas en las tasas de actividad (véase también "integridad").
- Explique de manera clara y completa el proceso de clasificación de las fuentes y cómo se obtuvieron las tasas de actividad.

Factores de emisión

- El grupo de expertos del Kit de herramientas tiene el mandato de evaluar todos los factores de emisión que estén, o vayan a estar, incluidos en el Kit de herramientas para determinar que son científicamente sólidos.
- Los factores de emisión nacionales sólo deben ser derivados de datos medidos con la calidad debida; por ejemplo, mediante la aplicación de un muestreo estándar y de métodos analíticos; comprobada experiencia de laboratorio y buena documentación son pre-requisitos de datos de alta calidad.
- La clasificación de las fuentes y la selección de los factores de emisión deben ser explicadas, documentadas y archivadas.
- Se debe prestar atención a las unidades y órdenes de magnitud.

Integridad de los Datos

- Siempre que sea posible y adecuado, se puede usar cuestionarios individualizados por planta para recopilar información para grandes fuentes puntuales⁶.
- El uso de cuestionarios proporciona información útil para la clasificación de las plantas y la selección de los factores de emisión. Dado que probablemente la tasa de devolución de los cuestionarios será baja, habrá lagunas en la información, que deberán ser llenadas mediante suposiciones acerca de ciertas fuentes sobre las cuales no se puede recolectar información específica. Los enfoques varían, pero todas las hipótesis deben ser claramente descritas, para facilitar las actualizaciones de inventario en los años siguientes, o revisiones a la luz de una mayor información.
- Para determinar tasas de actividad completas se debe usar una combinación de cuestionarios (para grandes fuentes puntuales) y estadísticas nacionales.
- Al informar los resultados del inventario, se debe diferenciar entre "no se aplica", por ejemplo, para una categoría de fuente que no existe o no está operativa en el país, y "no estimado", por ejemplo, cuando la categoría de fuente es pertinente pero no hay información suficiente para estimar las emisiones.

Consideraciones Adicionales para la Evaluación de Resultados de Inventario

- Compare los resultados del inventario nacional con los de otros países (véase el Anexo 7).

⁶ Grandes fuentes puntuales incluyen grandes emisores industriales, y se le debe dar prioridad a la recolección de información sobre sus tasas de actividad. La definición de grandes fuentes puntuales de varios sectores industriales descrita en el Anexo 1 de la Directriz 2008/1/CE sobre Prevención y Control Integrados de Contaminantes (IPPC) puede ser usada como referencia. A título de ejemplo, las emisiones de las grandes fuentes puntuales siguientes están reguladas por la directriz de IPPC.

Como referencia se puede usar la directriz IPPC (Prevención y Control de Contaminación Integrados). Por ejemplo, las emisiones de los siguientes grandes fuentes puntuales están reguladas por IPPC:

- Instalaciones de combustión con una potencia térmica nominal superior a 50 MW;
- Instalaciones para la producción de hierro o acero con una capacidad mayor que 2,5 toneladas por hora;
- Instalaciones para la producción de cemento con una capacidad mayor que 500 toneladas diarias, etc.

Para más detalles véase <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32008L0001:EN:NOT>

- Compare los resultados del inventario nacional a través de diferentes períodos: las diferencias deben ser justificadas, documentadas y lógicas.

4.2 Calidad de los datos

Las siguientes son medidas posibles que indican el grado de confiabilidad de los datos usados para la elaboración de las estimaciones de emisiones:

- Información sobre rangos (da una buena indicación de la confiabilidad de los datos; sin embargo, puede crear problemas al resumir las liberaciones de más países, por lo tanto solo es conveniente para informes a nivel nacional);
- Calificadores simples, es decir, códigos de calidad de datos: "alta", "media", "baja", como se indica en el Anexo 8.

Se pueden usar calificadores tanto para los factores de emisión como para los datos de actividad, para discernir la fiabilidad general de los resultados del inventario. El grupo de expertos del Kit de herramientas asigna rangos de calidad a los factores de emisión por defecto, para permitir el uso fundamentado de la metodología al evaluar los PCDD/PCDF. Anexos técnicos proporcionan información complementaria sobre cómo se obtuvieron los factores de emisión por defecto, para asegurarse que se aplican con el nivel de confianza especificado solamente cuando comparados en una situación específica. Por otra parte, el Anexo 8 proporciona orientación sobre la evaluación de criterios de calidad de datos para el cálculo de las tasas de actividad.

Más detalles sobre la garantía y control de calidad (QA/QC) de datos e inventarios se pueden encontrar en la Parte II Factores de emisión por Defecto.

PARTE II FACTORES DE EMISIÓN POR DEFECTO

La Parte II contiene una recopilación de factores de emisión de PCDD/PCDF para todas las categorías de fuentes incluidas en el Anexo C Parte II y III del Convenio de Estocolmo. Los factores de emisión de otras fuentes de COP no intencionales se presentan en la Parte III del Kit de herramientas. Las categorías de fuentes se agrupan en 10 grupos de origen. Ni la secuencia de los grupos, ni el orden de las categorías de fuentes dentro de los grupos implican un orden de importancia de los grupos dentro del inventario de COP no intencionales de un país.

Los capítulos sobre factores de emisión por defecto comienzan con una breve descripción de las características del grupo de fuentes, seguida de una visión general de las categorías de fuentes pertinentes, incluyendo las principales vías de liberación de COP no intencionales. Se hace referencia al Convenio de Estocolmo, y se proporciona información sobre la relevancia de cada categoría de fuentes en relación al Artículo 5, Anexo C. También se han compilado una serie de ejemplos de inventarios, como ejemplos concretos de inventarios de fuentes y liberaciones de COP no intencionales. Los ejemplos de inventarios fueron creados para ilustrar el proceso de inventario de cada uno de los diez grupos de origen incluidos en el Kit de herramientas.

Se incluyen factores de emisión para los cinco vectores de liberación, o sea, aire, agua, suelo, producto y residuo.

Las categorías individuales de fuentes incluidas en un grupo de fuentes se tratan en los siguientes subcapítulos:

- Breve descripción de la categoría de fuentes y posibles emisiones de COP no intencionales, vinculado a las Directrices sobre MTD y MPA cuando corresponda;
- Factores de emisión de PCDD/PCDF para las clases específicas, junto con información detallada necesaria para la clasificación de las fuentes y la selección de la mayoría de los factores de emisión pertinentes;
- Se proporcionan los factores de emisión para otros COP no intencionales en Anexo, si están disponibles;
- Orientaciones útiles para facilitar la evaluación de las tasas de actividad pertinentes;
- Evaluación del grado de confianza asociado a los factores de emisión, mediante la asignación de calificaciones de calidad de los datos;
- Los Anexos también contienen información detallada sobre cómo se obtuvieron los factores de emisión, junto con una visión general de todas las revisiones recientes realizadas por el grupo de expertos del Kit de herramientas, y
- La Parte III contiene ejemplos de inventarios para todos los grupos de fuentes.

1 – Incineración de residuos

Incineradores de residuos (incluyendo co-incineradores de residuos urbanos, peligrosos o médicos o de lodo cloacal) han sido reconocidos en el Anexo C, Parte II, del Convenio de Estocolmo como teniendo un potencial de formación y liberación relativamente altas de PCDD/PCDF. A efectos de la identificación de fuentes de PCDD/PCDF y la estimación de sus liberaciones, el Kit de herramientas define las categorías de fuentes de incineradores de residuos en función del tipo de residuos incinerados, como se indica en el Cuadro II.1.1.

Cuadro II.1.1 Visión general de las categorías de fuentes incluidas en el grupo 1 - Incineración de Residuos

1 – Incineración de Residuos		Vía potencial de liberación				
Categorías de fuentes		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
A	Incineración de residuos sólidos urbanos	X	(x)			X
B	Incineración de residuos peligrosos	X	(x)			X
C	Incineración de residuos médicos	X	(x)			X
D	Incineración de residuos de fracción ligera de trituradora	X				X
E	Incineración de lodos cloacales	X	(x)			X
F	Incineración de residuos de madera y de biomasa	X				X
G	Destrucción de carcasas de animales	X				X

Cuadro II.1.2 Relevancia para el Artículo 5, Anexo C del Convenio de Estocolmo

No	Categoría de fuentes del Kit de Herramientas	Parte II	Parte III	Categoría de fuentes relevante para el Anexo C
1a	Incineración de residuos urbanos sólidos	X		Incineradores de residuos
1b	Incineración de residuos peligrosos	X		Incineradores de residuos
1c	Incineración de residuos médicos	X		Incineradores de residuos
1d	Incineración de residuos de fracción ligera de trituradora	X		Incineradores de residuos
1e	Incinerador de lodos cloacales	X		Incineradores de residuos
1f	Incineración de residuos de madera y de biomasa	X		Incineradores de residuos
1g	Destrucción de carcasas de animales		X	Destrucción de carcasas de animales

Cada categoría de fuente puede representar muchos incineradores de residuos individuales, cada uno de ellos con diseño, construcción y operación relativamente únicos. Por otra parte, aunque los residuos específicos compartan una descripción común, pueden diferir en su composición y

características de combustión. Por ejemplo, se sabe que la composición y las características de la combustión de los residuos urbanos varían mucho de ciudad en ciudad, de país a país e incluso de una temporada a otra.

En el ejemplo de inventario 2 se incluye un ejemplo de elaboración de inventario de fuentes y de estimación de liberación de este grupo de fuentes.

1a Incineradores de residuos sólidos urbanos

Los residuos sólidos urbanos (RSU) se definen de manera diferente de un país a otro, y en los acuerdos internacionales. Los RSU suelen incluir casi cualquier residuo sólido generado por los hogares en la vida diaria normal, y generalmente también incluye residuos producidos por las actividades industriales, comerciales y agrícolas. Los componentes comunes de los RSU incluyen papel y cartón, plásticos, restos de alimentos y de cocina, tela y cuero, madera, vidrio y metales, así como tierra y piedras y otros materiales inertes. También incluyen pequeñas cantidades de materiales peligrosos como baterías, pinturas, medicamentos y algunos productos químicos del hogar. Sin embargo, la mayoría de las autoridades clasifican a los RSU como no peligrosos.

Los incineradores de RSU van desde hornos de mufla de alimentación discontinua hasta sistemas altamente sofisticados de incineración masiva, con rejillas, calderas de recuperación de calor, y sistemas complejos de control de contaminación atmosférica (SCCA o APCS por su sigla en inglés). En lo que se refiere a capacidad, van desde unas pocas toneladas por día, en pequeños lotes, a más de dos mil toneladas por día en enormes instalaciones de alimentación continua. Las Directrices de MTD y MPA contienen una discusión minuciosa y detallada de los incineradores de RSU más avanzados.

Los incineradores de RSU liberan PCDD/PCDF en los gases de combustión, cenizas volantes⁷, cenizas de fondo⁸, aguas residuales y torta de filtración del tratamiento de aguas residuales. En los incineradores más avanzados, las concentraciones de PCDD/PCDF por unidad de masa de las salidas se pueden ordenar de la siguiente manera: torta de filtro > cenizas volantes >> cenizas de fondo >> aguas residuales > gas de combustión.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para las cuatro clases de incineradores de RSU se enumeran en el Cuadro II.1.3. La información detallada sobre la derivación de estos factores de emisión se puede encontrar en el Anexo 9.

Guía para la clasificación de fuentes

Para fines de la selección de los factores de emisión, en términos generales hay cuatro grandes clases de incineradores de RSU, a saber:

La **clase 1** comprende incineradores de RSU que son hornos simples, de alimentación discontinua, sin sistemas de CCA y con capacidad de hasta 500 kg/h.

La **clase 2** comprende incineradores de RSU de alimentación continua, cámaras de combustión controlada, y equipados con sistemas mínimos de CCA tales como precipitadores electrostáticos, multi-ciclones y/o depuradores de gases simples.

⁷ La expresión “ceniza volante” se usa aquí para incluir polvo de la caldera y retirada del polvo, residuos de gas de combustión sin filtro de polvo, residuos de la limpieza del gas de combustión y polvo del filtro.

⁸ La expresión “ceniza de fondo” se usa aquí también para incluir escoria.

Enero de 2013

La **clase 3** incluye incineradores de RSU de alimentación continua, combustores equipados con sistemas de CCA mejorados, tales como una combinación de precipitadores electrostáticos y depuradores múltiples, una combinación de pulverizadores-secadores y cámara de filtros, o combinaciones similares.

La **clase 4** se limita a los incineradores de RSU de última generación, equipados con tecnologías sofisticadas de CCA, tales como unidades de adsorción de carbón activado o sistemas SCR DeDiox[®] que deberían poder garantizar el cumplimiento de un valor normativo estrictamente aplicado para emisiones atmosféricas de gases de combustión, equivalente a 0,1 ng de EQT/Nm³, con O₂ al 11%).

Cuadro II.1.3 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de fuentes 1a Incineradores de Residuos Sólidos Urbanos

1a	Incineradores de Residuos Sólidos Urbanos	Factores de emisión (µg EQT/t RSU incinerados)		
Clasificación		Aire	Residuo	
			Ceniza Volante	Ceniza de Fondo
1	Combustión de baja tecnología, sin APCS	3,500	ND	75
2	Combustión controlada, con APCS mínimos	350	500	15
3	Combustión controlada con buenos APCS	30	200	7
4	Combustión de alta tecnología, APCS sofisticados	0.5	15	1.5

Además, los factores de emisión de PCB a la atmósfera se han determinado en una campaña de medición en Francia (Delepine y col. 2011). Están mencionados en el Anexo 9.

Tasas de actividad

Las tasas de actividad de incineración de RSU se pueden obtener de varias fuentes, tales como:

- Organismos estatales, provinciales, nacionales y/o internacionales que recopilan información estadística centralizada, incluyendo la generación y tratamiento de RSU;
- Organismos estatales, provinciales y nacionales que expiden los permisos de operación de incineradores de RSU;
- Propietarios/operadores de instalaciones de incineración de RSU (con cuestionarios);
- Otros inventarios de emisiones, como el inventario de fuentes y liberaciones de mercurio, contaminantes criterio y/o gases de invernadero;
- Asociaciones de propietarios/operadores de RSU;
- Organizaciones de reciclado de residuos;
- Estadísticas internacionales como EUROSTAT, OCDE, Banco Mundial, etc.;

Nivel de confianza

En base a la cobertura de datos relativamente completa y el nivel de coherencia entre los diferentes conjuntos de datos, se le asigna a los factores de emisión un nivel medio de confianza.

1b Incineradores de residuos peligrosos

La denominación de residuos peligrosos (RP) se refiere a los residuos y residuos clasificados como peligrosos por sus características, o que contienen materiales considerados peligrosos. Por ejemplo, generalmente se generan residuos peligrosos durante la fabricación de sustancias químicas, incluyendo productos químicos comerciales, productos farmacéuticos, plaguicidas, etc. En general, se consideran residuos peligrosos todos los materiales que requieren precauciones y restricciones especiales para su manipulación y uso, y cualquier bien de consumo catalogado como peligroso y que haya entrado en la corriente de residuos. Estos incluyen solventes y otros hidrocarburos volátiles, pinturas y tintes, productos químicos incluidos los plaguicidas y otros productos químicos halogenados, productos farmacéuticos, baterías, combustibles, aceites y otros lubricantes, así como aquellos bienes que contienen metales pesados. Además, todos los materiales contaminados por esos productos, como trapos o papeles impregnados, maderas tratadas, residuos de producción, etc, deben ser considerados residuos peligrosos.

El término "residuo peligroso" tal como se usa en el Kit de herramientas no incluye residuos médicos ya que los residuos peligrosos y médicos tienen orígenes diferentes, y las tecnologías para su tratamiento son diferentes (véase la categoría de fuente 1c Incineradores de Residuos Médicos). Generalmente los incineradores de RP son incineradores de tecnología especial, u hornos rotativos. Los incineradores de tecnología especial incluyen hornos con rejillas de muy baja tecnología, u hornos de mufla. Dado que la clasificación de residuos peligrosos depende mucho de la legislación específica de cada país y de las diferentes tecnologías utilizadas para residuos peligrosos, las plantas de incineración pueden tener muchas características. Una discusión detallada de las tecnologías de incineración de residuos peligrosos se puede encontrar en las Directrices sobre MTD y MPA.

La co-combustión en hornos de cemento se aborda en el Grupo 4 - Productos minerales.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para cuatro clases de incineradores de DP se enumeran en el Cuadro II.1.4. La información detallada sobre la derivación de estos factores de emisión se puede encontrar en el Anexo 10.

Guía para la clasificación de fuentes

Para el propósito de la selección de los factores de emisión, se definen cuatro clases de incineradores de RP, definidas en términos generales, como sigue:

La **Clase 1** incluye hornos sencillos y muy pequeños (< 500 kg/h), con alimentación discontinua, sin ningún sistema de CCA para gases de chimenea, por ejemplo, hornos con mufla, con una tasa de flujo de volumen de gas de combustión de aproximadamente 17.500 Nm³/t de residuos peligrosos.

La **Clase 2** incluye incineradores de RP con combustión controlada y sistemas mínimos de CCA, con una tasa de flujo de volumen de gas de combustión de 15.000 Nm³/t de residuos peligrosos.

Enero de 2013

Los incineradores **Clase 3** tienen una mayor eficiencia de combustión y sistemas más eficientes que resultan en concentraciones de PCDD/PCDF de aproximadamente 1 ng de EQT/Nm³ (O₂ al 11%).

Asimismo, la tasa específica de flujo de volumen de gas de combustión se reduce a 10.000 Nm³/t de RP.

La **Clase 4** se limita a plantas muy sofisticadas de incineración de residuos peligrosos, capaces de cumplir con un valor de regulación de 0,1 ng de EQT/Nm³ (O₂ al 11%), conforme a la legislación de la Unión Europea. La clase 4 representa la última generación en incineración de RP y tecnología de CCA con tasas de flujo de gas de chimenea de unos 7.500 Nm³/t de RP.

Cuadro II.1.4 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de fuentes 1b Incineradores de Residuos Peligrosos

1b	Incineradores de E Residuos Peligrosos	Factores de emisión (µg EQT/t RP quemados)	
Clasificación		Aire	Residuo (solo ceniza volante)
1	Combustión de baja tecnología, sin APCS	35.000	9.000
2	Combustión controlada, con APCS mínimos	350	900
3	Combustión controlada, con buenos APCS	10	450
4	Combustión de alta tecnología, con APCS sofisticados	0.75	30

Los factores de emisión de PCB a la atmósfera se derivan de una campaña de medición en Francia (Delepine y col. 2011). Estos se mencionan en el Anexo 10.

Tasas de actividad

Las tasas de actividad para incineración de RP se pueden obtener de varias fuentes, tales como:

- Organismos estatales, provinciales, nacionales y/o internacionales que recopilan información estadística centralizada, incluyendo la generación y tratamiento de residuos peligrosos;
- Organismos estatales, provinciales y nacionales que expiden permisos de funcionamiento de incineradores de RP;
- Propietarios/operadores de instalaciones de incineración de RP (con cuestionarios);
- Otros inventarios de emisiones, como el inventario de fuentes y liberaciones de mercurio, contaminantes criterio y/o gases de invernadero;
- Asociaciones de propietarios/operadores de RP;
- Estadísticas internacionales como EUROSTAT, OCDE, Banco Mundial, etc;

Nivel de confianza

Los factores de emisión por defecto se basan en una serie de supuestos que se detallan en el Anexo 10. Además, se carece de datos para concentraciones de cenizas de fondo. Por lo tanto a los factores de emisión se les asigna un nivel de confianza bajo.

1c Incineradores de residuos médicos

Se consideran residuos médicos (RM) todos los residuos generados por actividades médicas, tanto si éstas se realizan en un hospital o por un médico, dentista o cualquier otro proveedor o centro de salud. A menudo, los residuos generados por estas actividades contienen materiales infecciosos, secreciones humanas, sangre, productos farmacéuticos y materiales y/o herramientas utilizadas en o para el tratamiento médico de personas o de mascotas. Para destruir los virus, bacterias y agentes patógenos, estos residuos se suelen tratar térmicamente (por incineración o pirólisis). Además, debido a su origen y composición, los residuos médicos pueden contener sustancias químicas tóxicas, por ejemplo, metales pesados o precursores, altas concentraciones orgánicas (cloruro de polivinilo y ciertos productos farmacéuticos) e inorgánicas (solución salina y fluidos corporales) de cloro, que pueden alterar las características de combustión, y en ausencia de una tecnología adecuada puede aumentar la formación de PCDD/PCDF.

Los RM constituyen un tipo de residuos que requiere vigilancia especial, y la incineración de todos los residuos generados dentro de un hospital se considera una forma eficaz de deshacerse de ellos. Sin embargo, también se ha demostrado que la incineración de residuos médicos en incineradores pequeños y mal controlados es una fuente importante de PCDD/PCDF.

Normalmente los residuos médicos se incineran localmente en el hospital o centro médico en pequeños hornos de alimentación en lotes. En muchos casos, las instalaciones de incineración de RM más grandes y centralizadas funcionan sólo durante ocho horas al día, cinco días a la semana. Los incineradores de RM grandes y de operación continua son escasos y en su mayoría se encuentran en las regiones y países desarrollados. También son raras las calderas de recuperación de calor residual. Para una discusión más detallada sobre incineradores de residuos médicos refiérase a las Directrices sobre MTD y MPA.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF de cuatro clases de incineradores de RM están enumerados en el Cuadro II.1.5. La información detallada sobre cómo se han obtenido estos factores de emisión se puede encontrar en el Anexo 11.

Guía para la clasificación de fuentes

Para la selección de los factores de emisión más adecuados, la gama de tecnologías de incineración de residuos médicos se divide en cuatro clases:

La **clase 1** incluye incineradores muy pequeños y simples, de tipo caja pequeña, de funcionamiento intermitente (en los que la carga de residuos se enciende y se deja quemando), sin cámara de combustión secundaria, sin control de temperatura ni equipo de control de contaminación atmosférica.

Enero de 2013

La **clase 2** corresponde a todos los incineradores de residuos médicos con combustión controlada y una cámara de postcombustión, pero que también funcionan por lotes.

La **clase 3** comprende las plantas controladas de alimentación por lotes, con buenos sistemas de CCA, p. ej., precipitadores electrostáticos (PES), o preferentemente, filtros de mangas.

La **clase 4** comprende las plantas de incineración de residuos médicos muy sofisticadas, capaces de cumplir con una emisión a la atmósfera de 0,1 ng de EQT/Nm³ (con O₂ al 11%). El que la planta sea de operación continua o por lotes no es relevante, si se precalientan con petróleo o gas natural para llegar a una temperatura de funcionamiento de horno generalmente muy por encima de 900°C, o más, antes de introducir los residuos médicos en el horno.

Cuadro II.1.5 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de fuentes 1c Incineradores de Residuos Médicos

1c	Incineradores de Residuos Médicos	Factores de emisión (µg EQT/t RM incinerados)	
Clasificación		Aire	Residuo
1	Combustión no controlada tipo lote, sin APCS	40.000	200*
2	Combustión controlada tipo lote, sin APCS o con APCS mínimos	3.000	20*
3	Combustión controlada, tipo lote, buenos APCS	525	920**
4	Combustión de alta tecnología, continua, controlada, APCS sofisticados	1	150**

* Se refiere sólo a las cenizas de fondo que quedan en la cámara de combustión

** Se refiere a la combinación de cenizas de la parte inferior más cenizas volantes.

Tasas de actividad

Las tasas de actividad de incineración de residuos médicos se pueden obtener de varias fuentes, tales como:

- Ministerio de Salud
- Organismos estatales, provinciales, nacionales y/o internacionales que recopilan información estadística centralizada, incluyendo la generación y tratamiento de residuos médicos;
- Organismos estatales, organismos provinciales y nacionales que emiten permisos para incineradores de residuos médicos;
- Hospitales y otros centros sanitarios con incineradores de RM en situ (con cuestionarios);
- Propietarios/operadores de instalaciones comerciales de incineración de RM (con cuestionarios);
- Otros inventarios de emisiones, como el inventario de fuentes y liberaciones de mercurio, contaminantes criterio y/o gases de invernadero;
- Asociaciones de propietarios/operadores de incineradores de RM
- Estadísticas internacionales de fuentes como EUROSTAT, OCDE, Banco Mundial, etc.;

Nivel de confianza

Para procesos bien controlados, tales como los descritos en las clases 3 y 4, a los factores de emisión se les asigna un nivel de confianza media. Para la clase 2, los resultados de cenizas de fondo de un incinerador de residuos médicos en Tailandia eran extremadamente altas, mostrando una gran variación contra los niveles calculados utilizando el factor de emisión correspondiente. Para las clases 1 y 2, donde los procesos están menos controlados, a los factores de emisión se les asigna un nivel de confianza bajo.

1d Incineradores de Residuos de Fracción Ligera de Trituradora

Los residuos de fracción ligera de trituradoras (RFLT) (a veces también denominada "pelusa" o agregado ligero de trituradora), se refiere a la fracción ligera procedente de la trituración de artículos grandes, como vehículos, electrodomésticos, contenedores voluminosos, etc, que se trituran para reducir su volumen y para permitir la separación de materiales recuperables, tales como metales. Los mecanismos de separación típicos incluyen cribado, tamizado, y procesos de fraccionamiento, en los que las diferencias de peso entre los materiales o las propiedades magnéticas de los metales ferrosos permiten que el agregado de la trituradora sea fraccionado en metales ferrosos, metales no-ferrosos, vidrio, otros materiales inertes pesados, y fracciones livianas o ligeras. En algunos casos, la fracción ligera no tiene mucha utilidad y se puede quemar para su eliminación.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para tres clases de incineradores de RFLT se enumeran en el Cuadro II.1.6. La información detallada sobre cómo se han obtenido estos factores de emisión se puede encontrar en el Anexo 12.

Guía para la clasificación de fuentes

Para la selección de los factores de emisión más apropiados, la gama de tecnologías de incineración RFLT se divide en tres clases:

La **clase 1** comprende hornos muy simples de rejilla fija sin ningún control de combustión ni equipo de CCA. Hornos de alimentación discontinua sin ningún APCS también entran en la clase 1.

La **clase 2** incluye todos los demás hornos que cuentan con algún tipo de tecnología de control de combustión, tales como aire bajo y/o sobre el fuego, alimentador con controles, lechos fluidizados, etc., incluyendo las instalaciones que tienen algún tipo de sistema de CCA, como un ESP PES, un filtro de mangas o esponja húmeda para eliminación de polvo. La clase 2 también se aplica a incineradores de RFLT con combustión controlada y equipo de APCS adecuados, que, sin embargo, siguen funcionando de modo discontinuo.

La **clase 3** comprende las plantas de incineración altamente sofisticadas, capaces de alcanzar un valor normativo de emisiones a la atmósfera equivalente a 0,1 ng de EQT/Nm³ (O₂ al 11%).

Cuadro II.1.6 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de fuentes 1d Incineradores de Residuos de Fracción Ligera de Trituradora

1d	Incineradores de Residuos de Fracción Ligera de Trituradora	Factores de emisión (µg ETQ/t RFLT incinerados)
----	---	---

Clasificación		Aire	Residuo
1	Combustión no controlada de tipo lote, sin APCS	1.000	ND
2	Combustión controlada tipo lote, sin APCS o con APCS mínimos	50	ND
3	Combustión controlada, continua, de alta tecnología, con APCS sofisticados	1	150

Tasas de actividad

Las tasas de actividad de la incineración de RFLT probablemente estén disponibles de fuentes tales como:

- Organismos estatales, provinciales, nacionales y/o internacionales que recopilan información estadística centralizada, incluyendo la generación y tratamiento de residuos;
- Organismos estatales, provinciales y nacionales que emiten permisos para incineradores de RFLT;
- Propietarios/operadores de instalaciones de incineración de RFLT (por cuestionarios);
- Asociaciones de propietarios/operadores de RFLT;
- Organizaciones de reciclaje de residuos
- Otros inventarios de emisiones, tales como el inventario de mercurio, contaminantes criterio y/o gases de invernadero;
- Estadísticas internacionales de fuentes como EUROSTAT, OCDE, Banco Mundial, etc;

Nivel de confianza

Basado en la cobertura geográfica de los datos de emisión utilizados para derivar los factores de emisión para esta categoría, a los factores de las clases 2 y 3 de las emisiones se les asigna un nivel medio de confianza. No hay datos precisos disponibles para la clase 1, por lo que se le asigna un nivel de confianza bajo al factor de emisión.

1e Incineradores de lodos cloacales

El lodo cloacal o de depuración se produce a partir de todos los procesos de tratamiento de aguas residuales, independientemente del origen de las aguas residuales (por ejemplo, aguas residuales de actividades municipales, agrícolas o industriales). Si no se tratan, estas aguas residuales siempre contienen sólidos, que se eliminan normalmente en forma de lodo durante el proceso de tratamiento. Como los PCDD/PCDF son prácticamente insolubles en agua, la mayoría de los PCDD/PCDF adsorben a los sólidos presentes en las aguas residuales. Estos sólidos junto con los PCDD/PCDF adsorbidos se pueden eliminar por filtración o floculación, de modo que los PCDD/PCDF se recogen en el lodo de tratamiento de aguas residuales. Este lodo se puede eliminar de varias maneras, incluyendo la combustión en incineradores dedicados. Una discusión detallada de las tecnologías de incineración de lodos de aguas residuales se presenta en las Directrices sobre MTD y MPA.

La eliminación de lodos de depuradora en vertederos se aborda en el Grupo 9 - Eliminación y Rellenos Sanitarios; combustión con recuperación de energía, en el Grupo 7 - Producción y Uso de Sustancias Químicas y Bienes de Consumo; co-combustión en calderas y centrales eléctricas de

Enero de 2013

combustibles fósiles, en el Grupo 3 – Generación de Energía y Calefacción, y la co-combustión en hornos de cemento, en el Grupo 4 - Productos Minerales

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para tres clases de incineradores de lodos de depuradora se listan en el Cuadro II.1.7. La información detallada sobre la derivación de estos factores de emisión se puede encontrar en el Anexo 13.

Orientación para la clasificación de fuentes

Para la selección de los factores de emisión más apropiados, la gama de tecnologías de incineración de lodos de alcantarillas se divide en tres clases:

La **clase 1** comprende hornos más antiguos con funcionamiento discontinuo y sistemas de CCA mínimos o nulos. Los incineradores de esta clase tienen un caudal de volumen de gas de combustión de unos 12.500 Nm³/t de lodos de depuradora quemados.

La **clase 2** comprende incineradores modernos, de combustión controlada y alimentación continua, equipados con sistemas de CCA.

La **clase 3** incluye instalaciones modernas de última generación, incineradores de alimentación continua de lecho fluidizado, con sistemas de CCA optimizados capaces de cumplir consistentemente con límites de emisión equivalentes a 0,1 ng de EQT/Nm³ (O₂ al 11%).

Cuadro II.1.7 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de fuentes 1e incineradores de Lodo de Alcantarillado

1e	Incineradores de Lodo de Alcantarillado	Factores de emisión (µg EQT/t de lodo cloacal)	
Clasificación		Aire	Residuo
1	Hornas más antiguos, con alimentación discontinua, sin APCS o con muy pocos APCS	50	23
2	Instalaciones actualizadas, de alimentación continua y controlada, con algunos APCS	4	0,5
3	Instalaciones de última generación, operación continua controlada, APCS completos	0,4	0,5

Los factores de emisión de PCB a la atmósfera se han derivado de una campaña de medición en Francia (Delepine y col. 2011). Éstos se presentan en el Anexo 13.

Tasas de actividad

Las tasas de actividad para la incineración de lodos de depuradora pueden estar disponibles de:

- Organismos estatales, provinciales, nacionales y/o internacionales que recopilan información estadística centralizada, incluyendo la generación y el tratamiento de los lodos de depuradora;
- Organismos estatales, provinciales y nacionales que emiten permisos de funcionamiento de incineradores de lodos de aguas residuales;

- Propietarios/operadores de instalaciones de incineración de lodos de depuradora (por cuestionarios);
- Organizaciones de reciclaje de lodos de aguas residuales (biosólidos);
- Otros inventarios de emisiones, tales como el inventario de mercurio, contaminantes criterio y/o gases de invernadero;
- Registros de Emisión y Transporte de Contaminantes (RETC).
- Estadísticas internacionales, como EUROSTAT, OCDE, Banco Mundial, etc.

Nivel de confianza

En base a la consistencia entre los conjuntos de datos utilizados para derivar los factores de emisión, se les asigna un nivel medio de confianza.

1f Incineradores de residuos de madera y residuos de biomasa

La madera contaminada y otras biomásas contaminadas pueden ser el resultado de muchas actividades antropogénicas, especialmente de las industrias de transformación de la madera (por ejemplo, materiales de construcción, muebles, materiales de embalaje, juguetes, construcción naval, construcción en general, etc), así como residuos de construcción y demolición. Esos residuos de madera/biomasa pueden contener pinturas, revestimientos, plaguicidas, conservantes, agentes anti-suciedad, y muchos otros materiales potencialmente problemáticos. Estos materiales, si se incineran junto con la biomasa, pueden aumentar la formación de PCDD/PCDF durante la combustión.

La biomasa con un alto contenido de cloro (orgánico o inorgánico) o metales pesados como cobre, plomo, estaño, o cadmio, suelen dar lugar a emisiones de PCDD/PCDF más elevadas que la quema de biomasa virgen. La combustión de biomasa limpia para la generación de vapor/calor se aborda en el Grupo Generación 3 –Generación de Energía y Calefacción, y la quema a cielo abierto de biomasa, tanto "limpia" como contaminada se aborda en el Grupo 6 - Procesos de Combustión a Cielo Abierto.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para tres clases de residuos de madera e incineradores de residuos de biomasa se listan en el Cuadro II.1.8. Información detallada sobre la derivación de estos factores de emisión se puede encontrar en el Anexo 14.

Guía para la clasificación de fuentes

Para la selección de los factores de emisión más apropiados, la gama de tecnologías de incineración de residuos de madera y residuos de biomasa se divide en tres clases:

La **clase 1** comprende los hornos más antiguos, con alimentación discontinua y sin sistemas de CCA.

La **clase 2** comprende instalaciones actualizadas, controladas, de alimentación continua, y equipadas con algún sistema de CCA.

La **clase 3** incluye instalaciones de última generación, de alimentación continua controlada, equipadas con sistemas completos de CCA capaces de satisfacer límites de emisión equivalentes a 0,1 ng EQT-I/Nm³ (O₂ al 11%) .

Cuadro II.1.8 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de fuentes 1f Incineradores de Desechos de Madera y Desechos de Biomasa

1f	Incineradores de Desechos de Madera y Desechos de Biomasa	Factores de emisión (μg EQT/t biomasa quemada)	
Clasificación		Aire	Residuo (ceniza volante solamente)
1	Hornos más antiguos, de operación discontinua, sin APCS	100	1.000
2	Instalaciones actualizadas, de operación continua y controlada, algunos APCS	10	10
3	Instalaciones de última generación, de operación continua controlada, APCS completos	1	0,2

Tasas de actividad

Las tasas de actividad de los residuos de madera/biomasa incineración pueden estar disponibles en:

- Organismos estatales, provinciales, nacionales y/o internacionales que recopilan información estadística centralizada;
- Balance Nacional de Energía;
- Organismos estatales, provinciales y nacionales que emiten permisos para incineradores de residuos de madera/biomasa;
- Propietarios/operadores de instalaciones de incineración de madera/biomasa de desecho (por cuestionarios);
- Otros inventarios de emisiones, tales como el inventario de mercurio, de contaminantes criterio y/o gases de invernadero;
- Registros de Emisiones y Transporte de Contaminantes (RETC).
- Estadísticas internacionales, como EUROSTAT, OCDE, Banco Mundial, etc.

Nivel de confianza

Los factores de emisión por defecto de las tres clases se determinan en base a las concentraciones notificadas en una serie de estudios realizados en Europa y América del Norte. No se han podido obtener mediciones de cenizas de fondo, por lo cual los factores de emisión por defecto para residuos sólo consideran las cenizas volantes. Los datos que se presentan en estos diferentes estudios son coherentes, y a los factores de emisión se les asigna un nivel de confianza medio.

1g Destrucción de carcasas de animales

Las carcasas de animales se acumulan en cantidades suficientes como para requerir su eliminación a gran escala como resultado de brotes de enfermedad en ganado bovino de leche y corte, crías intensivas de aves de corral y porcinos, instalaciones y prácticas veterinarias, etc. La incineración de carcasas de animales para reducir la exposición al público de enfermedades zoonóticas a menudo se lleva a cabo en hornos sencillos y mal controlados de baja tecnología. Como resultado, la combustión incompleta es la norma y no la excepción. Por lo tanto, es prácticamente imposible describir un horno típico de quema de carcasas de animales.

Enero de 2013

Estos hornos a menudo no están diseñados para garantizar una combustión bien controlada ni una alta eficiencia de retención de material particulado para reducir las emisiones atmosféricas de PCDD/PCDF.

La destrucción de carcasas de animales a través de la quema a cielo abierto se aborda en el Grupo 6 - Procesos de Combustión a Cielo Abierto.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para tres clases de incineradores de carcasas de animales se listan en el Cuadro II.1.9. En el Anexo 15 se puede encontrar información detallada sobre cómo se han obtenido estos factores de emisión.

Guía para la clasificación de fuentes

Para la selección de los factores de emisión más apropiados, la gama de tecnologías de incineración de animales de la canal se divide en tres clases:

La **clase 1** comprende hornos más antiguos, de alimentación discontinua, sin ningún sistema de CCA.

La **clase 2** comprende instalaciones actualizadas de alimentación continua y controladas, equipadas con algunos sistemas de CCA.

La **clase 3** incluye instalaciones modernas de última generación, de alimentación continua y controladas, con sistemas completos de CCA capaces de cumplir con límites de emisión equivalentes a 0,1 ng EQT-I/ Nm³ (O₂ al 11%).

Cuadro II.1.9 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de fuentes 1g Destrucción de Carcasas de animales

1g	Destrucción de carcasas de animales	Factores de emisión (µg EQT/t carcasas de animales incinerados)	
Clasificación		Aire	Residuos
1	Hornos más antiguos, de alimentación discontinua, sin APCS	500	ND
2	Instalaciones actualizadas de funcionamiento controlado continuo, con algunos APCS	50	ND
3	Instalaciones modernas de última generación, de operación controlada continua, con APCS completos	5	ND

Tasas de actividad

Las tasas de actividad de incineración de carcasas de animales pueden estar disponibles en:

- El ministerio de agricultura
- Organismos estatales, provinciales, nacionales y/o internacionales que recopilan información estadística centralizada, incluyendo la de brotes de enfermedades a gran escala, como la gripe aviar, la gripe porcina, encefalopatía bovina, etc., y la generación y tratamiento asociado a carcasas de animales;

- Organismos estatales, provinciales y nacionales que emiten permisos de incineradores de carcasas de animales;
- Propietarios/operadores de instalaciones de incineración de carcasas de animales (por cuestionarios);
- Otros inventarios de emisiones, tales como el inventario de contaminantes criterio y/o gases de invernadero;
- Registros de Liberación y Transporte de Contaminantes (RLTC).
- Estadísticas internacionales tales como EUROSTAT, OECD, Banco Mundial etc.

Nivel de confianza

No se han encontrado datos para la asignación de factores de emisión por defecto para residuos. Con base en el alcance y el acuerdo de los conjuntos de datos de emisiones atmosféricas existentes para las clases 1, 2 y 3, a los factores de emisión se les asignan un nivel de confianza media.

2 – Producción de metales ferrosos y no ferrosos

La industria del hierro y el acero, y la industria de metales no ferrosos son industrias altamente intensivas en materiales y energía. Cantidades considerables de masa de entrada salen en forma de emisiones a la atmósfera y de residuos, siendo las emisiones a la atmósfera las más relevantes. Además, los materiales secundarios y la reutilización y el reciclaje de residuos sólidos constituyen una gran parte de las actividades de las industrias. Minerales y concentrados contienen cantidades de metales distintos al metal principal buscado, y los procesos están diseñados para obtener el metal buscado puro y también recuperar otros metales valiosos. Estos otros metales tienden a concentrarse en los residuos del proceso, y a su vez, estos residuos forman la materia prima para otros procesos de recuperación de metal. Por último, el polvo de los filtros se puede reciclar en la misma planta o utilizarse para la recuperación de otros metales en otras instalaciones de metales no ferrosos, por un tercero, o para otros usos.

Se entiende por procesos metalúrgicos primarios los destinados a la obtención de metales tales como hierro, cobre, aluminio, plomo, zinc, etc., a partir de sus minerales originales, sea por sulfuración u oxidación a través de procesos tales como la concentración, fusión, reducción, refinación, etc. Los procesos metalúrgicos secundarios utilizan chatarra, a menudo cubierta de plásticos, pinturas, baterías usadas (para la producción de plomo), aceites, etc., o escorias y cenizas volantes procedentes de otros procesos metalúrgicos como materias primas para sus procesos. En este capítulo, el término producción "primaria" de metal sólo se aplica cuando no entran residuos o material usado como fuente de metal en el proceso.

Los PCDD/PCDF son relevantes para la producción de metales. En particular, la producción a partir de materias primas secundarias es reconocidamente una fuente de PCDD/PCDF. Además, los procesos que necesitan de cloración, como la producción electrolítica de magnesio a partir de agua de mar y dolomita pueden generar PCDD/PCDF (ver categoría de fuentes 2i). PCDD/PCDF o sus precursores pueden estar presentes en algunas materias primas y entrar en el proceso, o se han formado recientemente a partir de hidrocarburos de cadena corta por síntesis *de novo* en hornos o sistemas de reducción. Los PCDD/PCDF se adsorben fácilmente en la materia sólida y pueden ser recogidos y posteriormente eliminados con sistemas de control de contaminación atmosférica. Una descripción detallada de los procesos metalúrgicos particulares y las técnicas de reducción correspondientes se presenta en las Directrices sobre MTD y MPA.

Considerando que se cree que PCDD/PCDF y otros COP no intencionales provienen de procesos metalúrgicos térmicos a alta temperatura, en este Kit de herramientas no se consideran procesos hidrometálicos como fuentes de PCDD/PCDF, y por lo tanto, no se necesita estimar sus emisiones al preparar el inventario nacional de liberaciones de PCDD/PCDF.

En esta sección, el Kit de herramientas aborda las siguientes categorías de fuentes (Cuadro II.2.1):

Cuadro II.2.1 Visión general de categorías de fuentes incluidas en el grupo 2 – Producción de Metales Ferrosos y No Ferrosos

2 – Producción de Metales Ferrosos y No Ferrosos		Vía Potencial de Liberación				
Categorías de fuentes		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
a	Sinterización de mineral de hierro	X				x

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

b	Producción de Coque	X	x	x	x	x
c	Producción de hierro y acero, y fundiciones	X				x
d	Producción de cobre	X	x			x
e	Producción de aluminio	X				x
f	Producción de plomo	X				x
g	Producción de zinc	X				x
h	Producción de latón y bronce	X				x
i	Producción de magnesio	x	x			x
j	Producción de otros metales no ferrosos	x	x			x
k	Trituradoras	X				x
l	Recuperación térmica de cables	X	(x)	x		x

En lo pertinente a las disposiciones del artículo 5, las fuentes en esta categoría se pueden clasificar de la siguiente manera:

Cuadro II.2.2 Relevancia para el Artículo 5, Anexo C del Convenio de Estocolmo

No	Categoría de fuentes del Kit de Herramientas	Parte II	Parte III	Categoría de fuentes pertinente del Anexo C
2a	Sinterización de mineral de hierro	X		Plantas de sinterización en la industria del hierro y el acero
2b	Producción de coque		X	Procesos térmicos de la industria metalúrgica no mencionados en la Parte II
2d	Producción de cobre	X		Producción secundaria de cobre
2e	Producción de aluminio	X		Producción secundaria de aluminio
2f	Producción de plomo		X	Procesos térmicos de la industria metalúrgica no mencionados en la Parte II
2g	Producción de zinc	X		Producción secundaria de zinc
2h	Producción de latón y bronce		X	Procesos térmicos de la industria metalúrgica no mencionados en la Parte II
2i	Producción de magnesio		X	Procesos térmicos de la industria metalúrgica no mencionados en la Parte II
2j	Producción de otros metales no ferrosos		X	Procesos térmicos de la industria metalúrgica no mencionados en la Parte II
2k	Trituradoras		X	Plantas trituradoras para el tratamiento de chatarra de vehículos
2l	Recuperación térmica de cables		X	Quema a fuego lento de cables de cobre

Un ejemplo de la elaboración de inventario de fuentes y estimación de liberación para este grupo de origen se incluye en el ejemplo de inventario 3.

2a Sinterización del mineral de hierro

Las plantas de sinterización están asociadas a la producción de hierro, a menudo en fábricas integradas de hierro y acero. El procedimiento de sinterización es una etapa de pretratamiento en la producción de hierro en la cual partículas finas de minerales metálicos se aglomeran por combustión. Una descripción detallada de los procesos de sinterización de hierro y las técnicas de reducción correspondientes se presenta en las Directrices sobre MTD y MPA.

El flujo de gas residual de una planta de sinterización varía de 350.000 a 1.600.000 Nm³/hora, dependiendo del tamaño de la planta y las condiciones de funcionamiento. Normalmente, el flujo específico del gas residual es de entre 1.500 y 2.500 Nm³/t de sinterizado (BREF 2012). Los gases residuales se tratan generalmente por la eliminación del polvo en un ciclón, un precipitador electrostático, un depurador húmedo o un filtro de tela. En las plantas donde se han identificado emisiones elevadas de PCDD/PCDF, se pueden instalar sistemas de lavado de alto rendimiento para reducir las emisiones, junto con medidas para reducir los flujos de gas.

Extensas investigaciones sobre la formación de PCDD/PCDF en el proceso de sinterización han demostrado que estos se forman dentro del lecho de sinterizado, probablemente justo por delante del frente de llamas cuando los gases calientes son conducidos a través del lecho. También se ha demostrado que la formación *de novo* de PCDD/PCDF en los colectores a partir de partículas de polvo fino reactivas es responsable por aproximadamente el 10 % del total de PCDD/PCDF, y que las principales medidas para prevenir la formación de PCDD/PCDF se deben tomar en el sinterizado del fondo. Además de las medidas relacionadas con los insumos, interrupciones de la propagación de la llama del frente, es decir, las operaciones en estado no estacionario, resultan en emisiones de PCDD/PCDF más elevadas (Nordsieck y col. 2001). Por lo tanto, el funcionamiento del proceso de sinterización lo más consistente posible en términos de velocidad de la correa, composición del lecho, altura del lecho, el uso de aditivos, y mantener la cadena, los ductos y las ESP herméticas para minimizar, en la medida de lo posible, la entrada de aire a la operación darán lugar a una menor formación de PCDD/PCDF.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para tres clases de origen se enumeran en el Cuadro II.2.3. Los factores de emisión revisados o recién añadidos se destacan en rojo. Factores de emisión para otros COP no intencionales se enumeran en el anexo 16. Información detallada sobre cómo se han obtenido factores de emisión por defecto también se puede encontrar en el Anexo 16.

Orientación para clasificación de las fuentes

La **clase 1** comprende plantas con alta utilización de residuos, incluyendo aceites de corte u otros contaminantes clorados, y control limitado de los procesos y sistemas de control de la contaminación del aire ausentes o limitados.

La **clase 2** se aplica a aquellas plantas que muestran un buen control de la combustión y que utilizan pocos residuos, en particular aceites de corte.

Enero de 2013

La **clase 3** debe utilizarse para aquellas plantas que hayan adoptado medidas integrales para controlar los PCDD/PCDF y cumplir con las Directrices sobre MTD y MPA.

Plantas de sinterización de tecnología muy baja pueden tener emisiones más altas. Cualquier planta que tenga controles de combustión deficientes y sistemas de control de la contaminación del aire muy limitados debe tenerse en cuenta para su análisis futuro.

Cuadro II.2.3 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de fuentes 2a Sinterización de mineral de hierro

2a	Sinterización de Mineral de Hierro	Factores de emisión (µg EQT/t sinterizado producido)				
	Clasificación	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo*
1	Alto reciclado de residuos incluyendo materiales contaminados con hidrocarburo, sin sistemas de control de contaminación atmosférica, o sistemas mínimos	20	ND	ND	NA	0,003
2	Escasa utilización de residuos, planta bien controlada	5	ND	ND	NA	1
3	Reducción de emisiones de alta tecnología	0,3	ND	ND	NA	2

* Residuos: estos factores de emisión se basan en un supuesto de 0,05 kg polvo/t sinterizado liberado (o sea, no reciclado internamente).

Tasas de actividad

Las tasas de actividad pueden obtenerse de varias fuentes, tales como:

- Propietarios/operadores de las instalaciones pertinentes (por cuestionarios);
- Organizaciones estatales, provinciales, nacionales y /o internacionales que recopilan información estadística centralizada, incluyendo producción de hierro y acero;
- Organismos estatales, provinciales y nacionales que emiten permisos;
- Otros inventarios de emisiones, como el inventario de fuentes y liberaciones de mercurio, contaminantes criterio y/o gases de invernadero;
- Estadísticas internacionales, como EUROSTAT, OCDE, FAO, Banco Mundial, etc

Nivel de confianza

A los factores de emisión de PCDD/PCDF de la sinterización de mineral de hierro se les asigna:

- Nivel de confianza alto para las emisiones a la atmósfera de las clases 2 y 3, ya que los factores de emisión se derivan de una amplia cobertura geográfica y se basan en un rango de datos bajo, y no en la opinión de expertos;
- Un nivel medio de confianza para emisiones atmosféricas de la clase 1, y liberaciones de residuos de la clase 3, ya que los factores de emisión se basan en un rango bajo de datos, y no en la opinión de expertos, pero no se derivan de una cobertura geográfica amplia;

- Un nivel bajo de confianza para las liberaciones de residuos de las clases 1 y 2, ya que los factores de emisión se basan en extrapolaciones y la opinión de expertos.

2b Producción de coque

El coque se produce a partir de la hulla o lignito por carbonización (calentamiento al vacío). En los "hornos de coque", se carga el carbón en grandes recipientes que se someten a calentamiento externo de unos 1.000°C sin aire. El coque se extrae y enfría con agua. El coque se usa principalmente en la industria del hierro y el acero.

No hay datos disponibles para calcular las liberaciones de la producción de carbón de leña a partir de la madera. Este proceso puede llevarse a cabo en muchas unidades pequeñas, que juntas pueden representar una producción considerable. Para las estimaciones iniciales de las emisiones, se deben aplicar los factores de emisión indicados en esta sección para plantas simples (clase 1).

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para dos clases de origen se enumeran en el Cuadro II.2.4. Factores de emisión revisados o recién añadidos se destacan en rojo. Los factores de emisión para otros COP no intencionales se enumeran en el anexo 17. La información detallada sobre cómo se han obtenido factores de emisión por defecto también se puede encontrar en el Anexo 17.

Guía para la clasificación de fuentes

La **clase 1** se aplica a instalaciones sin ningún dispositivo de eliminación de polvo.

La **clase 2** se debe usar para las plantas que utilizan tecnología como equipos de post-combustión y de eliminación de polvo.

Cuadro II.2.4 Factores de emisión de PCDD/PCDF para las categorías de fuentes 2b Producción de coque

2b	Producción de coque	Factores de emisión (µg EQT/t coque producido)				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Sin limpieza de gas	3	0,06*	NA	ND	ND
2	APCS con post-combustión/eliminador de polvo	0,03	0,06*	NA	ND	ND

* Use un factor de 0,006 µg EQT/t si se aplica tratamiento con agua.

Tasas de actividad

Las tasas de actividad pueden obtenerse de varias fuentes, tales como:

- propietarios/operadores de las instalaciones pertinentes (por cuestionarios);
- Organismos estatales, provinciales, nacionales y/o internacionales que recopilan información estadística centralizada, incluyendo la producción de hierro y acero;
- Organismos estatales, provinciales y nacionales que emiten los permisos;
- Otros inventarios de emisiones, como el inventario de fuentes y liberaciones de mercurio, contaminantes criterio y/o gases de invernadero;

- Estadísticas internacionales, como EUROSTAT, OCDE, FAO, Banco Mundial, etc

Nivel de confianza

Para la producción de coque, los factores de emisión de PCDD/PCDF se proporcionan con un nivel medio de confianza para todas las clases, ya que los factores de emisión se basan en un rango bajo de datos, y no en la opinión de expertos, pero se derivan de una cobertura geográfica limitada.

2c Producción de hierro y acero, fundiciones y plantas de galvanizado por inmersión en caliente

La industria del hierro y el acero es una industria altamente intensiva en materiales, con materias primas como minerales, pellets, chatarra, carbón, cal, piedra caliza (en algunos casos también aceites pesados y plásticos) y aditivos y auxiliares. También es altamente intensiva en energía. Más de la mitad de las masas de entrada se convierte en salidas en forma de emisiones al aire y residuos sólidos o subproductos. Las emisiones más relevantes son las atmosféricas, siendo que las emisiones de las plantas de sinterización dominan las emisiones totales para la mayoría de los contaminantes (ver fuente de la categoría 2a).

Esta sección abarca todos los procesos que se utilizan en la fabricación de hierro y acero. Actualmente para la producción de acero se utilizan cuatro vías: la vía del alto horno clásico/horno de oxígeno, la fusión directa de chatarra (horno de arco eléctrico), reducción por fusión y reducción directa (BREF 2012). A los efectos del Kit de herramientas, se puede hacer una categorización de acuerdo con el tipo de material de entrada: los altos hornos (BF) sólo se utilizan para la producción de arrabio y se alimentan con mineral de hierro procedente o bien de plantas de sinterización o de plantas de peletización. Los altos hornos no utilizan chatarra. Los hornos de arco eléctrico (HAE) y hornos básicos de oxígeno (BOF por su sigla en inglés) usan chatarra, así como las fundiciones con hornos de cúpula (HC) u hornos de inducción (HI).

El proceso de galvanizado por inmersión en caliente está incluido en esta sección, ya que su objetivo es proteger el acero de la corrosión.

Cinco tipos de hornos se utilizan comúnmente para la fusión de metales en fundiciones: cúpula, arco eléctrico, de inducción, de reverbero, y de crisol. Como en la actualidad no hay información sobre procesos de fundición a presión de aleaciones de metales no ferrosos, incluyendo por ejemplo hornos de inducción, de reverbero o de crisol, los factores de emisión de la sección de "fundiciones de hierro" pueden usarse como factores por defecto para dichos procesos de fundición de metales no ferrosos.

Los distintos tipos de hornos y procesos se describen en las Directrices sobre MTD y MPA.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para once clases de origen, agrupados por tipo de actividad se muestran en el Cuadro II.2.5. Factores de emisión revisados o recién añadidos se destacan en rojo. Los factores de emisión para otros COP no intencionales se enumeran en el anexo 18. La información detallada sobre cómo se han obtenido los factores de emisión por defecto también se puede encontrar en el Anexo 18.

Orientación para clasificación de las fuentes

En la categoría de fabricación de hierro y acero:

La **clase 1** comprende todos los procesos de fabricación de hierro y acero (tales como hornos de arco eléctrico y hornos abiertos) excepto los hornos de oxígeno básicos y altos hornos, que usan chatarra sucia que contiene aceites de corte o plantas de materiales y plástico con precalentamiento de chatarra y controles relativamente pobres;

La **clase 2** comprende todos los procesos de fabricación de hierro y de acero (como hornos de arco eléctrico y hornos de hogar abierto), excepto hornos de oxígeno básicos y altos hornos, que usan chatarra sucia o limpia o hierro virgen, que se están provistos de algunos equipos de postcombustión y filtros de tela para limpieza de gas;

La **clase 3** comprende hornos de arco eléctrico que utilizan chatarra sucia o limpia o hierro virgen y limpieza del gas eficiente con combustión secundaria y filtros de tela (a veces en combinación con un enfriamiento rápido del agua), y hornos básicos a oxígeno;

La **clase 4** se debe utilizar para altos hornos con sistemas de control de contaminación atmosférica.

En la categoría de fundiciones de hierro:

La **clase 1** comprende cúpulas de aire frío o cúpulas de aire caliente u hornos de tambor rotatorio sin filtros de tela o equivalente para la limpieza de gases;

La **clase 2** comprende hornos de tambor rotatorio con filtros de tela o depuradores húmedos;

La **clase 3** comprende cubilotes de aire frío con filtros de tela o depuradores húmedos;

La **clase 4** comprende cubilotes de aire caliente y los hornos de inducción provistos de filtros de tela o depuradores húmedos.

En la categoría de plantas de galvanizado por inmersión en caliente:

La **clase 1** comprende instalaciones sin sistemas de control de contaminación atmosférica;

La **clase 2** comprende instalaciones con buenos sistemas de control de la contaminación del aire, pero sin una etapa de desengrasado;

La **clase 3** incluye las instalaciones con sistemas de control de la contaminación del aire y una etapa de desengrasado.

Cuadro II.2.5 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de fuentes 2c Plantas de producción de hierro y acero

2c	Plantas de producción de hierro y acero	Factores de emisión (µg EQT/t AL)				
Clasificación		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Fabricación de hierro y acero						
1	Chatarra sucia (aceites de corte, contaminación general), precalentamiento de chatarra, controles limitados	10	ND	NA	NA	15
2	Chatarra limpia/hierro virgen o chatarra	3	ND	NA	NA	15

	sucia, postcombustión y filtro de tela					
3	Chatarra limpia/hierro virgen o chatarra sucia, HAE equipado con APCS diseñado para bajas emisiones de PCDD/PCDF, hornos básicos de oxígeno	0,1	ND	NA	NA	0,1
4	Altos hornos con APCS	0,01	ND	NA	NA	ND
Fundiciones de Hierro						
1	Cúpula de aire frío o cúpula de aire caliente o tambor rotatorio sin limpieza de gas	10	NA	NA	NA	ND
2	Tambor rotatorio – filtro de tela o depurador húmedo	4.3	NA/ND*	NA	NA	0,2
3	Cúpula de aire frío – filtro de tela o depurador húmedo	1	NA/ND*	NA	NA	8
4	Cúpula de aire caliente u horno de inducción y filtro de tela o depurador húmedo	0,03	NA/ND*	NA	NA	0.5
Plantas de galvanizado por inmersión en caliente Factores de emisión (µg EQT/t hierro/acero galvanizado)						
1	Instalaciones sin APCS	0,06	NA	NA	NA	0,01
2	Instalaciones sin etapa de desengrasado, buenos APCS	0,05	NA	NA	NA	2
3	Instalaciones con etapa de desengrasado, buenos APCS	0,02	NA	NA	NA	1

* ND en los que se usan depuradores húmedos

Tasas de actividad

Las tasas de actividad se pueden obtener de varias fuentes, tales como:

- Los propietarios/operadores de las instalaciones pertinentes (con cuestionarios);
- Organismos estatales, provinciales, nacionales y/o internacionales que recopilan información estadística centralizada;
- Organismos estatales, provinciales y nacionales que emiten los permisos de funcionamiento;
- Otros inventarios de emisiones, como el inventario de fuentes y liberaciones de mercurio, contaminantes criterio y/o gases de invernadero;
- Estadísticas internacionales, como EUROSTAT, OCDE, FAO, Banco Mundial, etc

Nivel de confianza

Para la fabricación de hierro y acero se proporcionan factores de emisión de PCDD/PCDF:

Enero de 2013

- Con un alto nivel de confianza para emisiones atmosféricas (todas las clases) y para la liberación de residuos de la clase 2, ya que los factores de emisión se derivan de una amplia cobertura geográfica y se basan en un rango bajo de datos, y no en la opinión de expertos;
- Con un nivel medio de confianza para las liberaciones de residuos relacionados con las clases 1 y 3, ya que los factores de emisión no se basan en la opinión de expertos, pero no se derivan de una cobertura geográfica amplia.

Para las fundiciones de hierro se proporcionan factores de emisión de PCDD/PCDF:

- Con un nivel medio de confianza para las emisiones atmosféricas y para la liberación de residuos de la clase 4, ya que los factores de emisión no se basan en la opinión de expertos, pero no se derivan de una amplia cobertura geográfica;
- Con un nivel bajo de confianza para las liberaciones de residuos de las clases 2 y 3, ya que los factores de emisión se basan en extrapolaciones y la opinión de expertos.

Para las plantas de galvanizado por inmersión en caliente se proporcionan factores de emisión de PCDD/PCDF:

- Con un nivel medio de confianza para las emisiones atmosféricas, ya que los factores de emisión no se basan en la opinión de expertos, pero no se derivan de una amplia cobertura geográfica;
- Con un nivel bajo de confianza para las liberaciones de residuos, ya que los factores de emisión se basan en extrapolaciones y la opinión de expertos.

2d Producción de cobre

La generación térmica de cobre (Cu) y liberación de PCDD/PCDF son de especial interés, ya que el cobre es el metal más eficiente para catalizar la formación de PCDD/PCDF. Al analizar el sector de la producción de cobre para las liberaciones de PCDD/PCDF, es importante diferenciar entre producción primaria y secundaria.

Cobre primario

El cobre primario se puede producir por dos tecnologías diferentes, dependiendo del tipo de minerales tratados, o bien óxidos o sulfuros, y a partir de concentrados primarios y otros materiales, ya sea por vías pirometalúrgicas o hidrometalúrgicas (BREF 2009). Los métodos hidrometalúrgicos se aplican para el tratamiento de minerales oxidados, es decir, la lixiviación, extracción por solventes y electroobtención. Todos estos procesos se realizan a temperaturas de menos de 50°C. No se espera que se formen PCDD/PCDF.

Por lo general, los minerales sulfurados son tratados por la ruta pirometalúrgica. Minerales sulfurados son tratados primero en una planta de concentración, que funciona a temperatura ambiente, y luego se refina los concentrados pirometalúrgicamente en fundiciones de cobre primario. Los concentrados a fundir consisten básicamente en sulfuros de cobre y hierro y son bajos en cloro (ppm). Las etapas son horneado, fundición, conversión, refinación y electrefinación. El proceso de fundición se realiza en una atmósfera oxidante a temperaturas entre 1200°C y 1300°C. Más detalles del proceso se describen en las Directrices sobre MTD y MPA.

Cobre secundario

El cobre secundario se produce por procesos pirometalúrgicos y se obtiene a partir de chatarra u otros residuos que contienen cobre, tales como escorias y cenizas. Se puede reciclar cobre usado sin pérdida de calidad, por lo que la producción de cobre secundario es una actividad importante. En las Directrices sobre MTD y MPA se pueden encontrar una visión general de materias primas secundarias para la producción de cobre y una descripción de los procesos correspondientes.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para seis clases de origen se muestran en el cuadro II.2.6. Factores de emisión revisados o recién añadidos se destacan en rojo. Con el fin de armonizar el Kit de herramientas con las Directrices sobre MTD y MPA, donde se consideran las MTD para fundiciones de metales básicos primarios, clase 6 – Fundiciones de Cu primario puro sin materias primas secundarias - también se incluyen en el Kit de herramientas. No obstante, debido a la falta de datos no se proporciona un factor de emisión por defecto para esta clase.

Factores de emisión para otros COP no intencionales se enumeran en el anexo 19. La información detallada sobre cómo se han obtenido factores de emisión por defecto también se puede encontrar en el Anexo 19.

Orientación para clasificación de las fuentes

La **clase 1** se debe aplicar al tratamiento térmico de materiales mixtos, con hornos equipados con filtros de tela simple, sin sistemas de control de contaminación atmosférica, o con sistemas menos eficaces.

La **clase 2** se usa cuando el tratamiento térmico de materiales de chatarra de cobre se lleva a cabo en hornos bien controlados y equipados con postcombustión y filtros de tela. La chatarra debería someterse a cierta selección y clasificación antes de su procesamiento para minimizar los contaminantes.

La **clase 3** corresponde a plantas en las que se han tomado medidas para abordar las liberaciones de PCDD/PCDF, como la instalación de enfriamiento rápido por agua antes de los filtros de tela, y el uso de carbón activado en el tratamiento de gases de combustión.

La **clase 4** aborda la fusión y vaciado de cobre y sus aleaciones.

La **clase 5** corresponde a plantas bien controladas de Cu primario con algunas materias primas secundarias.

La **clase 6** comprende fundiciones primarias de cobre que utilizan materias primas limpias y utilizan el proceso de fundición de base o fundición relámpago. Las emisiones procedentes de fundiciones primarias de cobre que reciclan materiales secundarios tales como chatarra de cobre u otros residuos pueden calcularse aplicando el factor de emisión de la clase 5. Para esta clase, las fundiciones de cobre primario “puro”, no hay factores de emisión disponibles en la actualidad.

Cuadro II.2.6 PCDD/PCDF Factores de emisión para la categoría de fuentes 2d Producción de Cobre

2d	Producción de Cobre	Factores de emisión (µg EQT/t cobre)				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Cu secundario – Tecnología básica	800	0,5	NA	NA	630

2	Cu secundario – Bien controlada	50	0,5	NA	NA	630
3	Cu secundario – Optimizada para control de PCDD/PCDF	5	0,5	NA	NA	300
4	Fundición de Cu/aleaciones de Cu	0,03	0,5	NA	NA	ND
5	Cu primario bien controlado, con algunas materias primas secundarias	0,01	0,5	NA	NA	ND
6	Fundición de CU primario puro sin materias primas secundarias	ND	0,5	NA	NA	NA

Tasas de actividad

Las tasas de actividad se pueden obtener de varias fuentes, tales como:

- Los propietarios/operadores de las instalaciones correspondientes (por cuestionarios);
- Organismos estatales, provinciales, nacionales y/o internacionales que recopilan información estadística centralizada;
- Organismos estatales, provinciales y nacionales que emiten los permisos de funcionamiento;
- Otros inventarios de emisiones, como el inventario de fuentes y liberaciones de mercurio, contaminantes criterio y/o gases de invernadero;
- Estadísticas internacionales, como EUROSTAT, OCDE, FAO, Banco Mundial, etc

Nivel de confianza

Se proporcionan los factores de emisión de PCDD / PCDF para la producción de cobre:

- Con un alto nivel de confianza para emisiones a la atmósfera de las clases 2 y 5, ya que los factores de emisión se derivan de una amplia cobertura geográfica y se basan en un rango bajo de datos, y no en la opinión de expertos;
- Con un nivel medio de confianza para liberaciones de agua, emisiones a la atmósfera de las clases 1, 3 y 4, y liberaciones de residuos de las clases 2 y 3, ya que los factores de emisión no se basan en la opinión de expertos, pero no se derivan de una cobertura geográfica amplia;
- Con un nivel bajo de confianza para liberaciones de residuos de la clase 1, ya que los factores de emisión se basan en extrapolaciones y la opinión de expertos.

2e Producción de aluminio

El aluminio (Al) se puede producir a partir de mineral de aluminio, más comúnmente bauxita (producción primaria), o a partir de chatarra (producción secundaria). En la producción de aluminio primario, el mineral de aluminio extraído (por ejemplo, bauxita) se refina en trihidrato de óxido de aluminio (alúmina) a través del proceso Bayer. La alúmina se reduce electrolíticamente en aluminio metálico a través del proceso Hall-Héroult, que utiliza o bien ánodos de autococción, ánodos Söderberg, o ánodos precocidos. El uso de ánodos precocidos representa el proceso más moderno. Otras informaciones sobre procesos se pueden encontrar en las Directrices sobre MTD y MPA.

Enero de 2013

Generalmente se entiende que la producción primaria de aluminio no es una fuente significativa de COP no intencionales. Sin embargo, es posible la formación y liberación de PCDD/PCDF a través de los electrodos a base de grafito utilizados en el proceso de fundición electrolítica.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para seis clases de origen se enumeran en el Cuadro II.2.7. Factores de emisión revisados o recién añadidos se destacan en rojo. Los factores de emisión para otros COP no intencionales se enumeran en el anexo 20. La información detallada sobre cómo se han obtenido los factores de emisión por defecto también se puede encontrar en el Anexo 20.

Orientación para clasificación de las fuentes

La **clase 1** debe utilizarse para plantas con un equipo sencillo de eliminación del polvo, o sin dicho equipo.

La **clase 2** se debe utilizar para plantas con pretratamiento de residuos, sistemas de postcombustión y control de polvo (por ejemplo, filtros de tela), y otros controles de contaminación del aire, pero sin ningún tratamiento específico de dioxina.

La **clase 3** se debe utilizar cuando existen controles altamente eficientes, que incluyen limpieza de chatarra, sistemas de postcombustión, filtros de tela con cal y tratamiento específico de dioxina (inyección de carbón activado).

La **clase 4** se aplica al secado de virutas de Al y rotación en tambores rotatorios o un equipo similar.

La **clase 5** se aplica a la extracción térmica de aceite de virutas en hornos rotatorios con postcombustión y filtros de tela.

La **clase 6** se refiere a la producción de aluminio primario por electrolisis y fundición de lingotes.

Cuadro II.2.7 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de fuentes 2e Producción de Aluminio

2e	Producción de Aluminio	Factores de emisión (µg EQT/t aluminio)				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Procesamiento térmico de chatarra de Al, tratamiento mínimo de insumos y eliminación simple del polvo	100	ND	NA	NA	200
2	Procesamiento térmico de chatarra de Al, pretratamiento de chatarra, filtros de tela con inyección de cal bien controlados	3.5	ND	NA	NA	400
3	Instalaciones optimizadas para el control de PCDD/PCDF - sistemas de postcombustión, inyección de cal, filtros de tela y carbón activado	0.5	ND	NA	NA	100
4	Secado de virutas/rotación (plantas simples)	5	NA	NA	NA	NA
5	Extracción térmica de aceite de virutas,	0,3	NA	NA	NA	NA

	hornos rotativos, sistemas de postcombustión y filtros de tela					
6	Producción de Al primario puro	ND	NA	NA	NA	ND

Tasas de actividad

Las tasas de actividad se pueden obtener de varias fuentes, tales como:

- Los propietarios/operadores de las instalaciones correspondientes (por cuestionarios);
- Organismos estatales, provinciales, nacionales y/o internacionales que recopilan información estadística centralizada;
- Organismos estatales, provinciales y nacionales que emiten permisos de funcionamiento;
- Otros inventarios de emisiones, como el inventario de fuentes y liberaciones de mercurio, contaminantes criterio y/o gases de invernadero;
- Estadísticas internacionales, como EUROSTAT, OCDE, FAO, Banco Mundial, etc

Nivel de confianza

Para la producción de aluminio, a los factores de emisión de PCDD/PCDF se les asigna:

- Un nivel de confianza alto para las emisiones atmosféricas de la clase 2, ya que los factores de emisión se derivan de una amplia cobertura geográfica y se basan en un rango bajo de datos, y no en la opinión de expertos;
- Un nivel de confianza medio para todas las demás clases (vectores aire y residuo), ya que los factores de emisión se basan en un rango bajo de datos, pero no se derivan de una cobertura geográfica amplia.

2f Producción de plomo

Existen dos vías principales para la producción de plomo primario a partir de mineral de sulfuro - sinterización/fundición, y fundición directa. Las emisiones de la fundición directa son bajas y ya no se consideran más (SCEP 1994).

Cantidades considerables de plomo se recuperan a partir de materiales de chatarra, en particular de baterías de vehículos. Se usan varios diseños de horno, incluyendo hornos rotativos, reverberantes, crisol, eje, altos hornos y hornos eléctricos. Se pueden utilizar procesos de fundición directa continua.

Las emisiones de PCDD/PCDF pueden vincularse a altos contenidos de materia orgánica y a la presencia de cloro en la chatarra; en particular, se ha determinado una relación entre el uso de separadores de PVC en baterías de vehículos y emisiones de PCDD/PCDF.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para cuatro clases de origen se enumeran en el Cuadro II.2.8. Factores de emisión revisados o recién añadidos se destacan en rojo. Factores de emisión para otros COP no intencionales se enumeran en el anexo 21. La información detallada sobre cómo se han obtenido los factores de emisión por defecto también se puede encontrar en el anexo 21.

Orientación para clasificación de las fuentes

Clase 1: producción de plomo secundario a partir de chatarra que contiene PVC, sin un sistema de control de contaminación atmosférica.

Clase 2: producción de plomo secundario de chatarra libre de PVC/ Cl₂, algún sistema de control de contaminación atmosférica.

Clase 3: producción de plomo a partir de chatarra libre de PVC/ Cl₂ en hornos de alta eficiencia, con sistemas de control de la contaminación atmosférica, incluyendo depuradores húmedos.

Clase 4: producción de plomo primario puro.

Cuadro II.2.8 Factores de emisión de PCDD/PCDF de categorías de fuentes 2f Producción de Plomo

2f	Producción de Plomo	Factores de emisión (µg EQT/t Plomo)				
	Clasificación	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Producción de plomo a partir de chatarra que contiene PVC	80	ND	NA	NA	ND
2	Producción de plomo a partir de chatarra libre de PVC/ Cl ₂ , algún APCS	8	ND	NA	NA	50
3	Producción de plomo a partir de chatarra libre de PVC/ Cl ₂ en hornos de alta eficiencia , con depuradores APCS	0,05	ND	NA	NA	ND
4	Producción de plomo primario puro	0,4	NA	NA	NA	ND

Tasas de actividad

Las tasas de actividad pueden obtenerse de varias fuentes, tales como:

- Los propietarios/operadores de las instalaciones correspondientes (con cuestionarios);
- Organismos estatales, provinciales, nacionales y/o internacionales que recopilan información estadística centralizada;
- Organismos estatales, provinciales y nacionales que emiten permisos de funcionamiento;
- Otros inventarios de emisiones, como el inventario de fuentes y liberaciones de mercurio, contaminantes criterio y/o gases de invernadero;
- Estadísticas internacionales, como EUROSTAT, OCDE, FAO, Banco Mundial, etc

Nivel de confianza

Para la producción de plomo, a los factores de emisión se les asigna:

- Un nivel de confianza alto para las emisiones a la atmósfera y de residuos de la clase 2, ya que los factores de emisión se derivan de una amplia cobertura geográfica y se basan en un rango bajo de datos, y no en la opinión de expertos;
- Un nivel de confianza medio para las emisiones atmosféricas de las clases 1, 3 y 4, ya que los factores de emisión se basan en un rango bajo de datos, pero no se derivan de una cobertura geográfica amplia.

2g Producción de zinc

El zinc puede recuperarse a partir de minerales a través de varios procesos. La co-ocurrencia de minerales de plomo y de zinc significa que puede haber una superposición considerable entre estos dos sectores. El zinc en bruto puede producirse en combinación con un alto horno de mineral de plomo, o se puede recuperar de la escoria a partir de estos procesos en hornos rotatorios. Para la recuperación de zinc se puede usar una serie de materiales de desecho, así como materias primas secundarias, tales como polvos de la producción de aleaciones de cobre, fabricación de acero con arco eléctrico (por ejemplo, polvos de filtros y lodos), residuos de fragmentación de chatarra de acero, chatarra de procesos de galvanización. El proceso de producción de zinc a partir de materias primas secundarias se puede hacer en un horno rotatorio de recuperación de zinc (horno Waelz), que tiene hasta 95 m de longitud con diámetros internos de unos 4,5 m, y que está revestido con material refractario.

El procesamiento de chatarra impura, como la fracción no metálica procedente de trituradoras, probablemente implica la producción de contaminantes, incluidos los PCDD/PCDF. En la recuperación del plomo y el zinc se usan temperaturas relativamente bajas (340 y 440°C). La fusión de zinc puede producirse con la adición de fundentes incluyendo cloruros de zinc y magnesio. Otras informaciones sobre los procesos se pueden encontrar en las Directrices sobre MTD y MPA.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para cuatro clases de origen se enumeran en el Cuadro II.2.9. Factores de emisión revisados o recién añadidos se destacan en rojo. Factores de emisión para otros COP no intencionales se enumeran en el anexo 22. La información detallada sobre cómo se han obtenido factores de emisión por defecto también se puede encontrar en el Anexo 22.

Orientación para clasificación de las fuentes

Clase 1: Horno rotatorio sin sistema de control de contaminación atmosférica.

Clase 2: hornos de briqueteado en caliente/rotativos equipados con un control básico de polvo (por ejemplo, filtros de tela/precipitadores electrostáticos).

Clase 3: Producción de zinc secundario con sistemas integrales de control de contaminación atmosférica (por ejemplo, filtros de tela con carbón activado/tecnología DeDiox).

Clase 4: fusión de zinc y producción de zinc primario.

Cuadro II.2.9 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría se fuentes 2g Producción de Zinc

2g	Producción de Zinc	Factores de emisión (µg EQT/t zinc)				
	Clasificación	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Horno sin APCS	1.000	ND	NA	NA	0,02
2	Hornos de briqueteado en caliente/rotatorios, control básico de polvo, p.ej. filtros de tela con carbón activado/tecnología DeDiox	100	ND	NA	NA	1*
3	Controles extensos de contaminación atmosférica, p.ej. filtros de tela con carbón activado/tecnología DeDiox	5	ND	NA	NA	1*
4	Fundición de zinc y producción de zinc primario	0,1	ND	NA	NA	ND

* En algunos casos (p.ej. hornos Waelz) los factores de emisión pueden llegar a 2.000 µg EQT/t de zinc

Tasas de actividad

Las tasas de actividad pueden obtenerse de varias fuentes, tales como:

- Los propietarios/operadores de las instalaciones correspondientes (por cuestionarios);
- Organismos estatales, provinciales, nacionales y/o internacionales que recopilan información estadística centralizada;
- Organismos estatales, provinciales y nacionales que emiten los permisos de funcionamiento;
- Otros inventarios de emisiones, como el inventario de fuentes y liberaciones de mercurio, contaminantes criterio y/o gases de invernadero;
- Estadísticas internacionales, como EUROSTAT, OCDE, FAO, Banco Mundial, etc;

Nivel de confianza

Para la producción de zinc a los factores de emisión de PCDD/PCDF se les asigna:

- Un nivel alto de confianza para las emisiones al aire de las clases 2 y 3, ya que los factores de emisión se derivan de una amplia cobertura geográfica y se basan en un rango bajo de datos, y no en la opinión de expertos;
- Un nivel de confianza medio para otras categorías y/o vectores, ya que los factores de emisión no se basan en la opinión de expertos, pero no se derivan de una cobertura geográfica amplia.

2h Producción de latón y bronce

El latón es un metal brillante de color amarillo duro, que es una aleación de cobre (55 %-90 %) y zinc (10 %-45 %). Sus propiedades varían con la proporción de cobre y zinc y con la adición de pequeñas cantidades de otros elementos, tales como aluminio, plomo, estaño, o níquel. En general, el latón puede ser forjado o moldeado a martillo, enrollado, etc. Se puede producir latón ya sea por re-fusión

Enero de 2013

de chatarra de latón o por la fusión de cantidades estequiométricas de cobre y zinc juntos. En principio, cualquiera de los dos, o ambos, pueden ser el metal primario o secundario.

El bronce es una aleación dura, marrón amarillenta, de cobre y estaño, fósforo, y en ocasiones pequeñas cantidades de otros elementos. El bronce es más duro que el cobre y el latón, y a menudo se funde para hacer estatuas. Generalmente se produce fundiendo el cobre y agregándole las cantidades deseadas de estaño, zinc, y otras sustancias. Las propiedades de la aleación dependen de las proporciones de sus componentes.

Tanto el latón como el bronce se pueden producir en crisoles sencillos relativamente pequeños, o en equipos más sofisticados, como hornos de inducción equipados con sistemas de control de contaminación atmosférica.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para cuatro clases de origen se enumeran en el Cuadro II.2.10. Factores de emisión para otros COP no intencionales se enumeran en el anexo 23. La información detallada sobre cómo se han obtenido los factores de emisión por defecto también se pueden encontrar en el Anexo 23.

Orientación para clasificación de las fuentes

La **clase 1** se usa para plantas más complejas que los hornos de clase 2, por ejemplo, hornos de inducción equipados con filtros de mangas y depuradores húmedos y/o retirada de aceite de las virutas.

La **clase 2** se debe utilizar para los hornos de fundición sencillos provistos de alguna tecnología de reducción de gases de combustión, por ejemplo, depurador o precipitadores electrostáticos.

La **clase 3** comprende hornos de inducción que usan chatarra mixta, y equipados con filtros de tela.

La **clase 4** comprende equipos más sofisticados, como hornos de inducción con APCS.

Cuadro II.2.10 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de fuentes 2h Producción de Latón y Bronce

2h	Producción de Latón y Bronce	Factores de emisión (µg EQT/t Latón/Bronce)				
	Clasificación	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Retirada térmica de aceite de virutas, poscombustión, depurador húmedo	2.5	NA	NA	NA	NA
2	Hornos de fusión sencillos	10	ND	NA	NA	ND
3	Hornos de inducción de chatarra mixta, filtros de tela	3.5	ND	NA	NA	125
4	Equipos sofisticados, p. ej. hornos de inducción con APCS	0,1	ND	NA	NA	ND

Tasas de actividad

Las tasas de actividad se pueden obtener de varias fuentes, tales como:

- Propietarios/operadores de las instalaciones pertinentes (por cuestionarios);

Enero de 2013

- Organismos estaduales, provinciales, nacionales y/o internacionales que recopilan información estadística centralizada;
- Organismos estaduales, provinciales y nacionales que emiten permisos de funcionamiento;
- Otros inventarios de emisiones, como el inventario de fuentes y liberaciones de mercurio, contaminantes criterio y/o gases de invernadero;
- Estadísticas internacionales, como EUROSTAT, OCDE, FAO, Banco Mundial, etc

Nivel de confianza

Para la producción de latón y bronce, a los factores de emisión de PCDD/PCDF se les asigna:

- Un nivel alto de confianza para las emisiones atmosféricas de las clases 1, 3 y 4, ya que los factores de emisión se derivan de una amplia cobertura geográfica y se basan en un rango bajo de datos, y no en la opinión de expertos;
- Un nivel de confianza medio para otras categorías y/o vectores, ya que los factores de emisión no se basan en la opinión de expertos, pero no se derivan de una cobertura geográfica amplia.

2i Producción de magnesio

La producción de magnesio a partir de minerales se basa en gran parte, ya sea en la electrólisis de $MgCl_2$, ya sea en la reducción química de compuestos oxidados de magnesio. Las materias primas utilizadas son dolomita, magnesita, carnalita, salmueras o agua de mar, dependiendo del proceso. También se puede recuperar y producir magnesio a partir de una variedad de materias primas secundarias que lo contienen.

El proceso de electrólisis es el más usado. Este proceso parece ser el que interesa más desde el punto de vista de la formación y liberación de PCDD/PCDF. La producción de magnesio secundario no se trata en esta sección.

En el proceso de reducción térmica, dolomita calcinada reacciona con ferrosilicio, a veces junto con aluminio en un horno o retorta. El proceso de calcinación se lleva a cabo mediante la descarbonización y deshidratación de la piedra caliza dolomita. Para el proceso de calcinación de dolomita, a menudo se utiliza un horno de rotación o vertical. Otras informaciones sobre los procesos se pueden encontrar en las Directrices sobre MTD y MPA.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para tres clases de origen se enumeran en el Cuadro II.2.11. Factores de emisión para otros COP no intencionales se enumeran en el anexo 24. La información detallada sobre cómo se han obtenido los factores de emisión por defecto también se puede encontrar en el Anexo 24.

Orientación para clasificación de las fuentes

Clase 1: procesos de producción que usan MgO y tratamiento térmico de coque en una atmósfera de Cl_2 , sin tratamiento de aguas residuales y con un tratamiento de gas limitado.

Clase 2: procesos de producción que usan MgO y tratamiento térmico de coque en una atmósfera de Cl₂, con control integral de la contaminación.

Clase 3: proceso de reducción térmica.

Cuadro II.2.11 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de fuentes 2i Producción de magnesio

2i	Producción de magnesio	Factores de emisión (µg EQT/t magnesio)				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Producción por tratamiento térmico de MgO/C en Cl ₂ – sin tratamiento de efluentes, tratamiento de gas limitado	250	9.000	NA	NA	0
2	Producción por termotratamiento de MgO/C en Cl ₂ - control integral de la contaminación	50	30	NA	NA	9.000
3	Proceso de reducción térmica	3	ND	NA	NA	NA

Tasas de actividad

Las tasas de actividad pueden obtenerse de varias fuentes:

- Propietarios/operadores de las instalaciones pertinentes (por cuestionarios);
- Organismos estatales, provinciales, nacionales y/o internacionales que recopilan información estadística centralizada;
- Organismos estatales, provinciales y nacionales que emiten permisos de funcionamiento;
- Otros inventarios de emisiones, como el inventario de fuentes y liberaciones de mercurio, contaminantes criterio y/o gases de invernadero;
- Estadísticas internacionales, como EUROSTAT, OCDE, FAO, Banco Mundial, etc.

Nivel de confianza

Para la producción de magnesio, los factores de emisión de PCDD/PCDF se asignan:

- Un nivel alto de confianza para liberaciones al aire y agua de la clase 2 y para la clase 3, ya que los factores de emisión se derivan de una amplia cobertura geográfica y están basadas en un rango bajo de datos, y no en la opinión de expertos;
- Un nivel medio de confianza para las liberaciones de residuos de la clase 2 y para la clase 1, ya que los factores de emisión no se basan en la opinión de expertos, pero no se derivan de una cobertura geográfica amplia.

2j Producción de otros metales ferrosos y no ferrosos

Varios metales no ferrosos no tienen una categoría específica asignada en el Kit de herramientas: cadmio, metales preciosos, cromo, níquel, ferroaleaciones (FeSi, FeMn, SiMn, etc.), metales alcalinos, etc. Para producir y refinar metales no ferrosos se realizan una serie de procesos. Los procesos específicos, y su propensión a formar PCDD/PCDF son complejos y no se han estudiado en

detalle. Es importante no pasar por alto fuentes de PCDD/PCDF potencialmente significativas, simplemente porque no hay suficientes datos para determinar los factores de emisión. Por lo tanto, para proporcionar una indicación inicial de posibles liberaciones, se sugiere examinar los procesos de producción de metales no ferrosos. Se pueden producir liberaciones al aire, al agua y en los residuos. Al investigar los procesos de producción, se sugiere anotar los procesos térmicos, el tipo de sistema de limpieza de gas usado, y los niveles de contaminación encontrados en los materiales de entrada. El uso de Cl₂ o hexacloroetano para el refinado, y la presencia de compuestos clorados en las materias primas también deben tenerse en cuenta. El cuestionario incluido en el instrumental ayudará para la identificación y el registro de estos parámetros.

Para estos metales no ferrosos, se propone un enfoque de 3 pasos:

1. Primer paso: algunos metales no ferrosos se producen en conjunción con metales que tienen una categoría específica asignada en el Kit de herramientas. En este caso, se deben considerar los factores de emisión correspondientes. Por ejemplo:
 - Se puede producir cadmio en conjunción con plomo o zinc. Se deben considerar los factores de emisión de la categoría 2f (clase 4) o categoría de 2 g (clase 4).
 - Se pueden producir metales preciosos en conjunción con cobre o plomo. Se deben considerar los factores de emisión de la categoría 2d (clases 5 o 6) o categoría 2f (clase 4).
2. Segundo paso: algunos metales no ferrosos se producen en procesos similares a otros procesos que tienen una categoría o clase específica asignada en la caja de herramientas. En ese caso, se deben considerar los factores de emisión correspondientes. Por ejemplo, las aleaciones de hierro se producen generalmente en hornos de arco eléctrico similares a los utilizados en el sector del hierro y el acero; por tanto se deben considerar los factores de emisión de la categoría 2c. Otro ejemplo son las aleaciones de zinc (por ejemplo, de zamak) que pueden ser producidos de manera similar al bronce y al latón. Por lo tanto, si hay clases correspondientes, se pueden utilizar como valores por defecto los factores de emisión de la categoría 2h.
3. Por último, si un determinado metal no ferroso no puede ser considerado en el primer o el segundo paso, se deben utilizar los factores de emisión de la categoría 2j.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para dos clases de origen se enumeran en el Cuadro II.2.12. La información detallada sobre cómo se han obtenido estos factores de emisión se puede encontrar en el Anexo 25.

Orientación para clasificación de las fuentes

Clase 1: procesos térmicos de metales no ferrosos, que utilizan chatarra contaminada, sin sistemas de control de contaminación atmosférica, o con sistemas simples.

Clase 2: procesos térmicos de metales no ferrosos, que utilizan chatarra limpia, sistemas de control de contaminación atmosférica, como filtros de tela, inyección de cal y postcombustión.

Cuadro II.2.12 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de fuentes 2j Producción de Otros Metales No Ferrosos

2j	Producción de Otros Metales No Ferrosos	Factores de emisión (µg EQT/t producto)				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Procesos térmicos de metales no ferrosos - chatarra contaminada , sin sistema de SCC o con sistema simple	100	ND	NA	NA	ND
2	Procesos térmicos de metales no ferrosos - chatarra limpia, filtros de tela/inyección de cal/sistemas de postcombustión	2	ND	NA	NA	ND

Tasas de actividad

Las tasas de actividad pueden obtenerse de varias fuentes:

- Propietarios/operadores de las instalaciones pertinentes (con cuestionarios);
- Organismos estaduales, provinciales, nacionales y/o internacionales que recopilan información estadística centralizada;
- Organismos estaduales, provinciales y nacionales que emiten permisos de funcionamiento;
- Otros inventarios de emisiones, como el inventario de fuentes y liberaciones de mercurio, contaminantes criterio y/o gases de invernadero;
- Estadísticas internacionales, como EUROSTAT, OCDE, FAO, Banco Mundial, etc.

Nivel de confianza

Para la producción de otros metales no ferrosos, los factores de emisión de PCDD/PCDF se proporcionan con un nivel bajo de confianza, ya que se basan en la opinión de expertos y no se derivan de una amplia cobertura geográfica. Sin embargo, dada la gran variedad de situaciones (materias primas, procesos industriales) de esta categoría de fuentes, los factores de emisión pueden ser específicos para un proceso.

2k Trituradoras

Cuando se habla de trituradoras, o desguazadoras, generalmente se mencionan las trituradoras de automóviles. También se usan otras materias primas; en la práctica, mucha chatarra ligera, como bicicletas, muebles de oficina, máquinas vendedoras y los llamados “artículos de línea blanca”, por ejemplo refrigeradores, estufas, depuradoras, etc., y las mercancías “marrones”, por ejemplo, aparatos de televisión, radios, etc., son enviados a trituradoras (Nijkerk y Dalmijn 2001). Las trituradoras son máquinas de gran porte, equipadas en su interior con uno o más yunques o barras de interruptor, y revestidas con placas de desgaste de aleación de acero. Los detalles del proceso se pueden encontrar en las Directrices sobre MTD y MPA.

Las plantas de desguace de vehículos para desguace se enumeran en el anexo C del Convenio como fuentes potenciales de formación y liberación de COP no intencionales. Sin embargo, en la actualidad no hay pruebas suficientes de que en este proceso mecánico se formen PCDD/PCDF o PCB nuevos. Los datos disponibles indican que los PCDD/PCDF y PCB liberados por las plantas de desguace provienen de PCB industrial/intencional y fueron introducidos con aceites, fluidos dieléctricos, etc.

contenidos en estos vehículos o artículos de consumo. Las trituradoras apenas liberan estos contaminantes.

Basándose en esta información, se utiliza solo una clase de factores de emisión para las liberaciones del proceso de trituración en sí.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD / PCDF para una clase de origen figuran en el Cuadro II.2.13. Factores de emisión revisados o recién añadidos se destacan en rojo. Los factores de emisión de PCB se enumeran en el anexo 26. La información detallada sobre cómo se han obtenido factores de emisión por defecto también se puede encontrar en el Anexo 26.

Cuadro II.2.13 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de fuentes 2k Trituradoras

2k	Trituradoras	Factores de emisión (µg EQT/t Acero Recuperado)				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Plantas desguazadoras de metal	0,2	NA	NA	ND	5

Tasas de actividad

Las tasas de actividad pueden obtenerse de varias fuentes:

- Propietarios/operadores de las instalaciones pertinentes (con cuestionarios);
- Organismos estatales, provinciales, nacionales y/o internacionales que recopilan información estadística centralizada;
- Organismos estatales, provinciales y nacionales que emiten permisos de funcionamiento;
- Otros inventarios de emisiones, como el inventario de fuentes y liberaciones de mercurio, contaminantes criterio y/o gases de invernadero;
- Estadísticas internacionales, como EUROSTAT, OCDE, FAO, Banco Mundial, etc.

Nivel de confianza

Para trituradoras, los factores de emisión de PCDD/PCDF a la atmósfera se proporcionan con un alto nivel de confianza, ya que se derivan de una amplia cobertura geográfica y se basan en un rango bajo de datos y no en la opinión de expertos. Los factores de emisión de PCDD/PCDF en residuos liberados se proporcionan con un nivel bajo de confianza, ya que se basan en extrapolaciones y la opinión de expertos.

21 Recuperación térmica de cables y reciclaje de residuos electrónicos

La quema de cables es el proceso por el cual se recupera el cobre de los cables quemando el material aislante. En su forma más básica, este proceso se realiza al aire libre y utiliza cables de chatarra, que se queman para eliminar el revestimiento. En muchos países esto se consideraría ilegal. Operaciones más sofisticadas utilizarían un horno con una limpieza de gas consistente en postcombustión y depuradores. En este proceso están presentes todos los ingredientes necesarios para formar PCDD/PCDF: carbono (del revestimiento), cloro (PVC o agentes resistentes al moho) y un catalizador (cobre).

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para cuatro clases de origen se enumeran en el Cuadro II.2.14. Factores de emisión revisados o recién añadidos se destacan en rojo. Los factores de emisión para otros COP no intencionales se enumeran en el anexo 27. La información detallada sobre cómo se han obtenido los factores de emisión por defecto también se puede encontrar en el Anexo 27.

Orientación para clasificación de las fuentes

La **clase 1** comprende quema de cables a cielo abierto que no se realiza en las instalaciones industriales dedicadas relacionadas en la categoría 2d.

La **clase 2** comprende factores de quema a cielo abierto de tarjetas de circuitos, especialmente en el caso del reciclaje de residuos electrónicos.

Los factores de **Clase 3** deben utilizarse para operaciones controladas de recuperación de cables que utilizan hornos con limpieza básica de gas, es decir, para la quema de cables en hornos con postcombustión y depuradores húmedos.

Los factores de **clase 4** se deben utilizar para hornos usados para recuperar bobinas de motores eléctricos, zapatas de frenos y similares, con algún sistema de limpieza de gases.

Cuadro II.2.14 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de fuentes 2I Recuperación térmica de cables y reciclaje de residuos electrónicos

2I	Recuperación térmica de cables y reciclaje de residuos electrónicos	Factores de emisión (µg EQT/t Materiales)				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Quema de cables a cielo abierto	12.000	ND	ND	ND	ND
2	Quema de placas de circuitos a cielo abierto	100	ND	ND	ND	ND
3	Horno básico con postcombustión y depurador húmedo	40	ND	NA	ND	ND
4	Quema de motores eléctricos y zapatas de freno, etc. – equipado con postcombustión	3.3	ND	NA	ND	ND

Tasas de actividad

Puede que sea necesario estimar la cantidad de cable quemado a cielo abierto, ya que es poco probable que se lleven estadísticas. Los emplazamientos donde se hace esto por lo general se pueden identificar por los residuos que quedan.

Nivel de confianza

Para la recuperación térmica de cables y el reciclaje de residuos electrónicos, los factores de emisión de PCDD/PCDF y para PCB cuentan con un nivel medio de confianza, ya que los factores de emisión no se basan en la opinión de expertos, pero no se derivan de una cobertura geográfica amplia.

3 – Generación de energía y calor

Este grupo de origen incluye centrales eléctricas, lugares de cocción industrial (hornos) e instalaciones destinadas a la calefacción, que son alimentadas con combustibles fósiles (incluyendo hasta 1/3 de co-combustión de residuos), biogás, incluyendo el gas de rellenos sanitarios, y biomasa sola. El Cuadro II.3.1 resume las cinco categorías dentro de este grupo de origen. Los principales vectores de liberación son el aire y los residuos. El suelo es considerado como un vector de liberación en el caso de la calefacción y cocina domésticas que usan biomasa (principalmente madera) o combustibles fósiles. Liberaciones al suelo pueden ocurrir si se vierten residuos en la tierra.

Como el objetivo de estas plantas es la generación de calor o energía, en el caso de la combustión de biomasa o combustibles fósiles, la cantidad de PCDD/PCDF no puede compararse fácilmente a la masa (en toneladas) o la entrada de energía (en Joule) de combustible quemado. La base preferida para informar las emisiones de PCDD/PCDF sería el insumo de energía del combustible. Ya que el “producto” de los procesos de este grupo es la producción de calor o de energía, los factores de emisión por defecto derivados de los datos disponibles están relacionados con el valor calorífico del combustible. Por lo tanto, en lugar de comunicar factores de emisión por defecto en µg de EQT/t de combustible, estos factores se dan en µg de EQT/TJ de entrada de calor. La razón de este enfoque es la alta diversidad de combustibles utilizados para la generación de energía. La gama de valores caloríficos de los diversos tipos de carbón de diversas partes del mundo se extiende a lo largo de más de un orden de magnitud. El Anexo 28 contiene tablas de conversión para recalcular valores calóricos para masa.

Cuadro II.3.1 Visión general de las categorías de fuentes incluidas en el grupo 3 – Generación de energía y calor

3 - Generación de energía y calor		Vía potencial de liberación				
Categorías de fuentes		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
a	Plantas eléctricas que utilizan combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas, esquisto bituminoso, y co-combustión de residuos)	x				x
b	Plantas de energía a biomasa (madera, paja, otra biomasa)	x				x
c	Relleno sanitario, combustión de biogás	x				x
d	Calefacción y cocina domésticas con biomasa (madera, otra biomasa)	x		(x)		x
e	Calefacción y cocina domésticas con combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas)	x		(x)		x

Cuadro II.3.2 Relevancia para el Artículo 5, Anexo C del Convenio de Estocolmo

No	Categoría de fuente del Kit de herramientas	Parte II	Parte III	Categoría de fuentes relevante en el Anexo C
1a	Plantas eléctricas que utilizan combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas, esquisto)	X		Co-incineradores de residuos

	bituminoso, y co-combustión de residuos)			
1a	Plantas eléctricas que utilizan combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas, esquisto bituminoso, y co-combustión de residuos)		X	Equipo que quema combustible fósil y calderas industriales
1b	Plantas de energía de biomasa (madera, paja, otra biomasa)	X		Co-incineradores de residuos
1b	Plantas de energía de biomasa (madera, paja, otra biomasa)		X	Instalaciones que queman madera y biomasa
1c	Relleno sanitario, combustión de biogás	X		Co-incineradores de residuos
1d	Calefacción y cocina domésticas con biomasa (madera u otras biomasa)	X		Co-incineradores de residuos
1d	Calefacción y cocina domésticas con biomasa (madera, otras biomasa)		X	Fuentes de combustión residencial
1e	Calefacción y cocina domésticas con combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas)	X		Co-incineradores de residuos
1e	Calefacción y cocina domésticas con combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas)		X	Fuentes de combustión residencial
1e	Calefacción y cocina domésticas con combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas)		X	Equipo calentado a combustible fósil y calderas industriales

Un ejemplo de la elaboración de inventario de fuentes y estimación de liberación para este grupo de origen se incluye en el ejemplo de inventario 4.

3a Plantas eléctricas a combustible fósil

En esta categoría se definen seis clases, de acuerdo al tipo de combustible utilizado, a saber, carbón, fuelóleo pesado, esquisto bituminoso, turba, petróleo ligero y gas natural, así como cualquier tipo de combustible fósil en combinación con la co-combustión de cualquier tipo de residuos o lodos. Para todas las categorías, se supone que se emplean generadores de energía a vapor razonablemente bien manejados y mantenidos, para maximizar la producción de energía. En todos los casos, los únicos vectores de liberación que se consideran son aire y residuo.

Los combustibles fósiles se queman en una amplia gama de dispositivos de generación de energía que van desde pequeños hornos a sistemas de caldera/quemador grandes y altamente sofisticados, con plantas de control de contaminación de aire importantes en la salida. La combustión de carbón para generación de energía se realiza en dos tipos básicos de caldera, que se distinguen por la forma

en que se extrae la ceniza del sistema. Las llamadas calderas de fondo seco utilizan cargadores o quemadores de carbón pulverizado dispuestos en una pared opuesta, que queman carbón en una manera altamente eficiente dejando la mayor parte de la ceniza como residuo seco en la parte inferior de la caldera. Las llamadas calderas de fondo húmedo utilizan quemadores de pulverizado en un ciclón o una disposición de fuego en U, lo que conduce a temperaturas mucho más altas de combustión resultantes en la fusión de ceniza y se recoge como una escoria líquida en la parte inferior de la caldera. Los dispositivos típicos de limpieza de gases de combustión de las grandes plantas eléctricas de carbón consisten en unidades para el control de NO_x (p. ej., tecnología SCR), control de material particulado (p. ej., precipitadores electrostáticos) y desulfuración (por ejemplo, fregado con piedra caliza). Estos dispositivos pueden tener el efecto secundario de reducir las emisiones de PCDD/PCDF.

Para generar energía también se quema fuel oil pesado. Por lo general, se quema en quemadores especialmente diseñados, incorporados en las paredes de la caldera. La formación de PCDD/PCDF se ve favorecida durante la co-combustión de residuos líquidos o lodos, tales como aceites usados y/o disolventes usados.

El aceite ligero y el gas natural siempre se queman en quemadores especialmente diseñados y no es probable que generen grandes cantidades de PCDD/PCDF ya que ambos son combustibles limpios altamente calóricos, con poca o ninguna ceniza. Sólo si se queman junto con residuos líquidos o lodos, se pueden formar liberaciones de PCDD/PCDF.

En algunos países, como Australia, Brasil, Canadá, China, Estonia, Francia, Rusia, Reino Unido (Escocia), Sudáfrica, España, Suecia y los Estados Unidos existen grandes cantidades de petróleo de esquisto bituminoso, que se puede convertir en aceite de esquisto bituminoso, una sustancia similar al petróleo. En Estonia, por ejemplo, más del 90 % de la electricidad del país se genera a partir de aceite de esquisto bituminoso (Schleicher 2004a). En algunos países la turba es un recurso nacional de energía y se utiliza para calefacción y/o generación de energía; por ejemplo, en Finlandia o Irlanda (McGettigan y col. 2009).

Como en todos los procesos de combustión, PCDD/PCDF se forman por lo general después de que se completa el proceso de combustión y el gas de combustión se enfría. Las partículas de hollín que quedan y el cloro contenido en el carbón se recombinan en presencia de los catalizadores de metal-cloro para formar PCDD/PCDF. Las liberaciones al agua, el suelo y productos son insignificantes. Las principales vías de liberación son el aire y los residuos, sobre todo para las cenizas volantes. En plantas que cuentan con depuradores húmedos donde el agua no se recircula dentro de los mismos, pueden producirse liberaciones al agua. En tales casos, las liberaciones al agua deben incluirse. Los lodos de estos depuradores, cuando separados de los efluentes, se incluirán bajo "Residuos". En el caso de la piedra caliza para la desulfuración húmeda de lavado, el yeso resultante se utiliza en la industria de la construcción y puede ser considerado como "Producto".

En algunos países, se comercializan catalizadores para la combustión del hollín y la limpieza de la caldera. Estos catalizadores contienen sales de cobre y conducen a un aumento significativo de la formación de PCDD/PCDF al aire y residuos. Mediciones hechas en Polonia muestran un aumento de las emisiones en estos casos por un factor de 1.000.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para seis clases de origen figuran en el cuadro II.3.3. Los factores de emisión se aplican a la operación de calderas en general y, por lo tanto, incluyen la producción combinada de calor y energía, así como la producción de calor solo. Factores de emisión revisados o recién añadidos se destacan en rojo. La información detallada sobre cómo se han obtenido estos factores de emisión se puede encontrar en el Anexo 30.

Orientación para clasificación de las fuentes

La clasificación de las fuentes es de acuerdo con el tipo de combustible fósil utilizado. No se propone aquí una división adicional en función del tamaño y el tipo de tecnología, debido a la falta de información confiable. Esta división puede ser posible a nivel nacional, dependiendo de los datos disponibles. La asignación de fuentes se deberá ajustar a las tasas de actividad correspondientes (ver más abajo). Por lo tanto, las estadísticas nacionales de energía y su división por categoría de origen son esenciales para la clasificación de las fuentes.

Clase 1 Para la co-combustión de residuos, la asignación de esta clase depende del propósito principal del proceso (en este caso: generar calor y energía, no incinerar residuos). La co-combustión generalmente ocurre con combustibles sólidos (carbón, lignito), junto con lodos de depuradora, biomasa, residuos industriales orgánicos u otros combustibles derivados de residuos. La co-combustión de diferentes tipos de gases (por ejemplo, gas de hornos de coque y gas de altos hornos) no se considera aquí. La combustión de lodos de depuradora, junto con combustibles líquidos o gas natural debe ser asignada a la incineración de residuos.

Clase 2 Los factores de emisión se refieren a la combustión de la hulla. En el caso de que falte información en el ámbito nacional, este factor puede ser transferido a calderas a lignito. Los factores de emisión pueden ser significativamente mayores en caso de condiciones de combustión desfavorables (Grochowalski y Konieczynski 2008, véase el Anexo 30).

Clase 3 El factor de emisión se refiere a la combustión de turba en calderas para calefacción y/o energía. La turba se utiliza en países en los que está disponible localmente.

Clase 4 El factor de emisión se refiere a la combustión de fuel oil pesado en calderas para calefacción y/o energía. El fuel oil pesado es una fracción proveniente de la refinación de aceite mineral con propiedades estandarizadas. Los aceites residuales u otros residuos del proceso de refinación no se consideran aquí.

Clase 5 El factor de emisión se refiere a la combustión de petróleo de esquisto en calderas para producción de calor y/o energía. El petróleo de esquisto se utiliza en países en los que está disponible a nivel nacional.

Clase 6 El factor de emisión se refiere a la combustión de gas natural o aceite ligero combustible en calderas para producción de calor y/o energía. Este factor también puede ser transferido a la combustión en turbinas de gas o en plantas de energía de ciclo combinado.

Cuadro II.3.3 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de fuentes 3a Plantas eléctricas que utilizan combustibles fósiles

3a	Plantas Eléctricas que Utilizan Combustibles Fósiles	Factores de emisión (µg EQT/TJ combustible fósil quemado)				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Calderas a co-combustión de combustible fósil/residuos	35*	ND	NA	NA	ND
2	Calderas a carbón	10**	ND	NA	NA	14
3	Calderas a turba	17,5	ND	NA	NA	ND
4	Calderas a aceite pesado	2,5	ND	NA	NA	ND
5	Calderas a hulla	1,5	ND	NA	NA	***
6	Calderas a fuel oil ligero/gas natural	0,5	ND	NA	NA	ND

* incluyendo co-combustión de biomasa (rango: 30-50 µg EQT/TJ)

** Alta gama dependiendo de las condiciones de calidad del combustible y de combustión

*** Las liberaciones con residuos pueden calcularse en base a la masa (véase el anexo 30, sección sobre Liberaciones en Residuos)

Tasas de actividad

Las tasas de actividad de esta categoría se pueden derivar de las estadísticas nacionales de energía. Para las estimaciones de liberación de PCDD/PCDF, en el Kit de herramientas sólo se propone una división en función del tipo de combustible. La combustión en calderas para producción de calor y/o energía ocurre en varios sectores económicos. Aquí, las más importantes son las industrias de la energía. En otros sectores industriales, la combustión puede ocurrir en calderas o en otros tipos de hornos de procesos que necesitan ser diferenciados (por ejemplo, secado de productos, otros hornos de calefacción). Para la asignación adecuada de la entrada de energía a tales procesos puede ser necesario un conocimiento detallado de las tecnologías utilizadas. Las respectivas asociaciones industriales pueden proporcionar dicha información.

La co-combustión de residuos por lo general no figura en las estadísticas de la energía, que sólo incluyen la cantidad total de residuos incinerados. En mayoría de los casos, la cantidad real debe ser recogida directamente de los operadores de la planta de energía. Si no existen datos estadísticos, las estimaciones pueden basarse en una muestra más pequeña a escala local, y una extrapolación de los resultados a todo el país.

Nivel de confianza

Los niveles de confianza fueron asignados en función de la falta de conocimiento de las fuentes y la variabilidad de las emisiones de una fuente determinada. Esta última está ligada a las condiciones de calidad de combustible y de funcionamiento. La variabilidad de las emisiones se hace menor con una mejor calidad de los combustibles (por ejemplo, gas natural en comparación con la co-combustión de residuos) y la operación optimizada de la planta (por ejemplo, grandes plantas de energía en comparación con calderas pequeñas). El nivel de confianza es alto para el gas natural (debido a la alta gama de datos de muchos estudios en la literatura, y la alta variabilidad de las emisiones observadas) y cae para baja para combustibles sólidos, en particular para la co-combustión de residuos (baja cobertura geográfica).

Los resultados deben ser cotejados con respecto a la consistencia del inventario general (participación del sector en las emisiones totales; emisiones por cápita en comparación con países con una estructura similar).

3b Plantas eléctricas que utilizan biomasa

Muchos países y regiones dependen en gran medida de la combustión de biomasa para la producción de energía y calor. Los combustibles de biomasa pueden incluir madera, incluyendo ramas, cortezas, aserrín, virutas de madera, turba y/o residuos agrícolas (por ejemplo, paja, pellets de cítricos, cáscaras de coco, cama de pollo, excretas de camello, etc.). En la mayoría de los casos, la biomasa se quema directamente y sin adición de combustibles fósiles en calderas a vapor pequeñas, de funcionamiento continuo. Para el Kit de herramientas dentro de esta categoría se definen cuatro clases, de acuerdo con el tipo de biomasa utilizado, a saber, calderas con madera como combustible que utilizan madera limpia o biomasa mixta y otros tipos de calderas de biomasa herbácea, a saber, paja y otros residuos agrícolas. Los residuos agrícolas como la paja o la cáscara de arroz son un tipo de combustible importante en muchos países. Esta biomasa herbácea a menudo tiene un mayor contenido de cloro en comparación con la madera, lo que lleva a problemas durante la combustión (por ejemplo, formación de escoria), y también potencialmente a una mayor formación de PCDD/PCDF. Por lo tanto, los factores de emisión se distinguen de los de la combustión de madera.

Para todas las categorías, se supone que se utilizan generadores de energía razonablemente bien manejados y mantenidos, para maximizar la producción de energía. En todos los casos, los únicos vectores de liberación son aire y residuos. Esta categoría no aborda la quema de residuos de madera contaminada, la cual está cubierta por la categoría 1f Incineración de Residuos de Madera y Residuos de Biomasa.

La biomasa se quema en una amplia gama de dispositivos de generación de energía, que van desde pequeños hornos a sistemas de caldera / quemador grandes y altamente sofisticados con plantas de control de contaminación de aire amplias en la salida. Los distintos tipos de hornos de biomasa con aplicaciones y combustibles típicos se presentan en las Directrices sobre MTD y MPA.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para cuatro clases de origen se enumeran en el Cuadro II.3.4. Factores de emisión revisados o recién añadidos se destacan en rojo. La información detallada sobre cómo se han obtenido estos factores de emisión se puede encontrar en el Anexo 31.

Orientación para clasificación de las fuentes

La **clase 1** comprende las calderas que queman residuos de madera no contaminada por pinturas o recubrimientos. En algunos países, existen clasificaciones de los residuos de madera que se refieren al nivel de contaminación. Aquí, la biomasa mixta se refiere a la categoría que caracteriza baja contaminación. Este tipo de residuos de madera se utiliza con frecuencia en las calderas de cogeneración, por ejemplo, en la industria de la madera. La incineración de residuos de madera contaminada se asignará a la categoría 1f (incineración de residuos de madera y residuos de biomasa).

La **clase 2** comprende calderas de troncos de madera, astillas de madera o pellets como combustible de alta calidad lo que permite condiciones de combustión optimizados.

La **clase 3** incluye calderas de paja para la producción de calor o energía. Las calderas de paja deben ser adaptadas a este combustible con respecto a las propiedades de ceniza (escoria) y las condiciones de combustión.

Enero de 2013

La **clase 4** comprende calderas de varios tipos de biomasa de herbáceas tales como cáscara de arroz o bagazo. Especialmente en los países asiáticos se utiliza una amplia gama de residuos agrícolas para la generación de calor. Sin embargo, la información sobre las emisiones de PCDD/PCDF de esta fuente es todavía escasa.

Cuadro II.3.4 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de fuentes 3b Plantas de energía a biomasa

3b	Plantas de energía a biomasa	Factores de emisión (µg EQT/TJ biomasa quemada)				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo*
	Clasificación					
1	Calderas a biomasa mixta	500	ND	NA	NA	ND
2	Calderas a madera limpia	50	ND	NA	NA	15
3	Calderas a paja	50	ND	NA	NA	70
4	Calderas a bagazo, cáscaras de arroz, etc.	50**	ND	NA	NA	50

*Total de cenizas de fondo y cenizas volantes

** Estimación basada en la combustión de paja, Tailandia: Instalación con APCS (ESP, ciclones, depuradores Venturi): ca. 20 µg EQT/TJ

Tasas de actividad

La biomasa utilizada para la calefacción y la generación de energía debe estar indicada en las estadísticas nacionales de energía. Sin embargo, la biomasa se combina frecuentemente con otros combustibles y la asignación de las cuatro clases requerirá información adicional, como la capacidad instalada de las calderas de biomasa, en las estadísticas sobre la producción agrícola y las estadísticas de residuos. Supuestos adicionales pueden ser necesarios, tales como la proporción de paja utilizada para recuperación de energía.

Nivel de confianza

En la clase 2 el nivel de confianza es alto, con combustibles de alta calidad quemados en buenas condiciones de funcionamiento (madera limpia), debido a la amplia gama de datos y la disponibilidad de mucha literatura. La clase 4 tiene baja confianza, ya que los combustibles no están bien definidos, las condiciones de funcionamiento pueden ser desconocidas y son escasos los datos experimentales sobre las emisiones de PCDD/PCDF. Para las clases 1 y 3, el nivel de confianza es medio, debido a la inferior gama de datos.

3c Combustión de biogás de rellenos sanitarios

El gas de rellenos sanitarios o vertederos, y biogás se generan ambos de la digestión anaerobia de la materia orgánica. El gas resultante es una mezcla de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), y amoníaco (NH₃), y fracciones más pequeñas de gases combustibles, así como una gran fracción de agua (H₂O). La porción combustible del gas es generalmente alrededor de 50 % y el valor de calentamiento es de 15-25 MJ/kg, dependiendo del origen del gas. La combustión de gases de vertedero y biogás se produce en una llama, en motores o turbinas de gas y otros dispositivos de generación de energía.

La combustión de estos gases para la generación de energía se produce principalmente en calderas de gas o motores de gas/turbinas. Ambos sistemas son muy semejantes a los de gas natural. El proceso de combustión no deja prácticamente ningún residuo.

Factores de emisión

Un factor de emisión de PCDD/PCDF para una sola clase de origen figura en el cuadro II.3.5. La información detallada sobre cómo se ha derivado se puede encontrar en el Anexo 32.

Orientación para clasificación de las fuentes

Clase 1: Esta clase comprende la combustión del biogás resultante de la digestión anaeróbica (véase más arriba).

Cuadro II.3.5 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de fuentes 3c Combustión de Biogás de Relleno Sanitario

3c	Combustión de Biogás de Relleno Sanitario	Factores de emisión (µg EQT/TJ gas quemado)				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Calderas, motores/turbinas, llamas	8	ND	NA	NA	NA

Tasas de actividad

Esta clase incluye diversas actividades que requieren diferentes fuentes de información:

- Gas de relleno sanitario: la información puede estar incluida en la estadística nacional sobre el tratamiento de residuos. El número de vertederos con un sistema de captura de gas debe ser conocido, así como la producción media anual de gas en función de la edad del relleno sanitario.
- Biogás de tratamiento de residuos: esta actividad incluye el tratamiento de lodos de aguas residuales, así como la digestión de la fracción orgánica de los residuos urbanos. Las tasas de actividad deben ser reportados en las estadísticas nacionales de tratamiento de residuos.
- Biogás a partir de plantas agrícolas: esta actividad incluye las instalaciones de biogás dedicadas para la generación de energía renovable. Estas plantas utilizan maíz u otro cultivo junto con estiércol líquido. La información sobre esta actividad se debe encontrar en las estadísticas de energía renovable o en las comunicaciones de las asociaciones respectivas.

Nivel de confianza

La calidad del biogás (y, potencialmente, la variabilidad de las emisiones) depende de su origen. El gas de relleno sanitario puede tener contaminantes de compuestos volátiles de los residuos que lo rodean lo que produce altas emisiones de COP. La calidad del gas puede controlarse mejor en instalaciones dedicadas, por ejemplo, para la digestión de residuos agrícolas. El nivel de confianza asignado es medio, debido al número limitado de conjuntos de datos disponibles.

3d Calefacción y cocina doméstica con biomasa

Calentar y cocinar con biomasa en los hogares residenciales es una práctica común en muchos países. En mayoría de los casos el combustible preferido es la madera; sin embargo, se pueden usar otros combustibles de biomasa como paja, turba, etc. Seis clases individuales se definen dentro de esta categoría, siendo la principal diferencia la calidad de los combustibles y de los aparatos utilizados. Esta diferenciación proviene de la necesidad de representar las estufas simples o estufas de tres piedras, que son ampliamente utilizadas especialmente en los países en desarrollo. Como vectores de liberación se consideran aire, residuos, y en algunos casos el suelo.

La biomasa para calefacción y cocina doméstica se quema en una amplia gama de dispositivos, desde pequeñas estufas a cielo abierto y chimeneas a estufas de leña y hornos grandes y altamente sofisticados. Los últimos se abordan en la clase “tecnología avanzada”. La combustión de biomasa para la calefacción y cocina doméstica tiene lugar predominantemente en dispositivos de combustión de creciente eficiencia, en la medida que aumentan el producto nacional bruto y el nivel de desarrollo de cada país.

Los PCDD/PCDF se forman como resultado de una combustión incompleta, típica de estos pequeños dispositivos sin controles de combustión, o con controles limitados. Las liberaciones al agua y al producto son insignificantes. Las liberaciones a la tierra sólo pueden producirse cuando el proceso de combustión se lleva a cabo directamente sobre el suelo (este caso se aborda en el Grupo 6 - Procesos de Combustión a Cielo Abierto), o cuando los residuos se desechan a la tierra. Por lo tanto, las únicas vías de liberación importantes son el aire, el suelo y los residuos.

Estudios recientes mostraron factores de emisiones comparativamente bajos para estufas simples de fuego abierto (Cárdenas y col. 2011). Sin embargo, las estufas simples pueden conducir a altas tasas de exposición, con impactos negativos sobre la salud humana a través de la contaminación del aire interior.

En algunos países, se comercializan catalizadores para la combustión del hollín y la limpieza de la caldera. Estos catalizadores contienen sales de cobre y conducen a un aumento significativo de la formación de PCDD/PCDF al aire y residuos. Hay mediciones hechas en Polonia que muestran en estos casos un aumento de emisiones en un factor de 1.000 (Grochowalski 2010, 2012).

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para seis clases de origen figuran en el cuadro II.3.6. Factores de emisión revisados o recién añadidos se destacan en rojo. Los factores de emisión para otros COP no intencionales se enumeran en el anexo 33. La información detallada sobre cómo se han obtenido los factores de emisión por defecto también se puede encontrar en el anexo 33.

La tasa de generación de los residuos procedentes de la combustión de biomasa es del 0,5 - 5% por masa de biomasa quemada. El contenido de ceniza para los diferentes tipos de madera varía desde 0,1 hasta 3%. En el Anexo 28 se pueden encontrar detalles sobre los distintos tipos de madera.

Orientación para clasificación de las fuentes

La **Clase 1** incluye todos los tipos de estufas alimentadas con biomasa contaminada, como residuos de madera, madera pintada, etc. Las emisiones reales dependerán del grado de contaminación y las condiciones de combustión.

La **clase 2** comprende hornos y estufas con suministro de aire controlado y condiciones de combustión optimizadas, con combustión de madera virgen. Esta clase generalmente se aplica a la calefacción residencial con biomasa de los aparatos modernos. De hornos automáticos que utilizan virutas de madera o pellets se esperan emisiones menores.

La **clase 3** se aplica a todos los tipos de la combustión doméstica que usan biomasa herbácea, p.ej., paja, como combustible. En el caso de combustibles mixtos (por ejemplo, madera y paja) se aplicará la clase con el factor de emisión más alta.

La **clase 4** se aplica a todos los tipos de combustión doméstica que usan carbón como combustible.

Enero de 2013

La **clase 5** se aplica a la combustión residencial de madera sin control de las condiciones de combustión, y sin conductos para la evacuación de los gases de combustión. Las estufas tradicionales de tres piedras son un ejemplo típico.

La **clase 6** se aplica a las estufas simples para calentar o cocinar, con control limitado de combustión y con un conducto para la evacuación de los gases de combustión.

Cuadro II.3.6 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de fuentes 3d Calefacción y Cocina Doméstica con Biomasa

3d	Calefacción y Cocina Doméstica con Biomasa	Factores de emisión (µg EQT/TJ biomasa quemada)				Concentración (ng EQT/kg ceniza)
	Clasificación	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Estufas de biomasa contaminada	1.500	ND	ND	NA	1.000
2	Estufas de biomasa virgen (tecnología avanzada)	100	ND	ND	NA	10
3	Estufas a paja	450	ND	ND	NA	30
4	Estufas a carbón	100*	ND	ND	NA	0,1
5	Estufas de fuego abierto de tres piedras (madera virgen)	20**	ND	ND	NA	0,1
6	Estufas sencillas (madera virgen)	100	ND	ND	NA	0,1

* Estimación preliminar de expertos; no se incluyen las emisiones de barbacoas.

** Estimación de expertos derivada de un estudio de campo en México (Cárdenas y col. 2011)

Tasas de actividad

El uso de biomasa en el sector residencial generalmente no tiene datos estadísticos. En especial, los mercados informales de la madera no están registrados. En lo posible, se deben realizar estudios locales sobre la cantidad de biomasa utilizada y las tecnologías existentes. Los resultados de estos estudios pueden ser extrapolados a nivel nacional. En ausencia de estos datos, los resultados de países con una estructura similar podrán ser transferidos, por ejemplo, a través del consumo por cápita de biomasa. La utilización de residuos en aparatos residenciales es una práctica ilegal en muchos países. Aquí, para cuantificar las emisiones de esta fuente se requieren estimaciones de expertos. Algunos países han hecho estudios de caso sobre este tema, y los resultados pueden ser utilizados como una primera aproximación.

Nivel de confianza

Existen múltiples fuentes de incertidumbre asociadas a las emisiones del sector residencial. Las tasas de actividad son inciertas debido a la cobertura incompleta de los datos estadísticos (véase más arriba). Las emisiones de PCDD/PCDF dependen fuertemente de la calidad del combustible y la combustión. Ambos parámetros son muy variables, y a menudo desconocidos a nivel nacional. Por lo tanto, el nivel de confianza se considera bajo para todas las clases (debido a la disponibilidad limitada de datos y un rango amplio de valores), excepto la clase 2 con combustible limpio y condiciones de combustión controladas (confianza: media). Para este último, los factores de emisión se derivan de muchos estudios disponibles, incluyendo una amplia gama de valores.

3e Calefacción y cocina doméstica con combustibles fósiles

Los combustibles fósiles se utiliza extensamente para la calefacción doméstica, especialmente en los países desarrollados y en los países con economías en transición. El carbón, (combustible ligero), petróleo y gas (natural), son las principales fuentes de combustibles fósiles utilizadas para la calefacción doméstica. Para estas tres clases, se supone que se emplean hornos de calefacción razonablemente bien manejados y mantenidos, para maximizar la producción de calor. En el caso de la co-combustión de residuos y/o biomasa, las condiciones de combustión pueden degradarse debido a la menor calidad del combustible. En todos los casos, el aire es el vector de liberación considerado. En el caso de la combustión de carbón, el residuo también debe ser considerado como un vector potencial de liberación.

Los combustibles fósiles se queman en diversos dispositivos que van desde pequeños hornos a grandes sistemas de caldera/quemador, complejos y muy sofisticados, para la generación central de calor en grandes edificios residenciales de viviendas múltiples.

La combustión para calefacción doméstica se realiza en dos tipos de caldera, que se diferencian por la forma en que se transporta y libera el calor. Los llamados sistemas de calefacción central, que utilizan petróleo o gas como combustible, incluyen un gran horno para calentar el agua que luego se hace circular a través del edificio para liberar su calor en numerosos radiadores descentralizados. Estos modernos sistemas son generalmente muy eficientes y bastante limpios, dejando poco o ningún residuo para eliminar. El segundo tipo de sistema de calefacción utiliza principalmente combustibles sólidos (carbón) y se compone de estufas individuales, localizadas en cada habitación del edificio, o dentro de la pared, para proporcionar un acceso directo a varias habitaciones al mismo tiempo. Estas estufas consisten en hornos bastante pequeños, pero proporcionan un sistema para que el aire circule dentro de la estufa y alrededor del hogar. Estos sistemas suelen ser más antiguos, menos eficientes y menos limpios. Además, se generan cenizas de fondo resultantes del contenido inerte del combustible y que deben ser eliminadas. Algunos de estos sistemas también son capaces de quemar petróleo.

En algunos países se comercializan catalizadores para la combustión de hollín y la limpieza de la caldera. Estos catalizadores contienen sales de cobre, y conducen a un aumento significativo de la formación de dioxinas para liberación por aire y residuos. Mediciones en Polonia muestran un aumento de las emisiones en estos casos por un factor de 1.000.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para seis tipos de fuentes se listan en el Cuadro II.3.7. Factores de emisión revisados o recién añadidos se destacan en rojo. La información detallada sobre cómo se han obtenido estos factores de emisión se puede encontrar en el Anexo 34.

Orientación para clasificación de las fuentes

La **clase 1** se aplica a las estufas domésticas alimentadas con hulla con alto contenido de cloro (contenido de sal de cloro por encima de 0,5 % en masa). El alto contenido de sales de cloro es una característica específica de ciertos carbones nacionales. La información sobre las propiedades de los carbones y briquetas comercializados en un país para uso doméstico debe ser tomada en cuenta.

La **clase 2** se aplica a las estufas domésticas que utilizan combustibles sólidos mixtos. En la mayoría de los casos esta categoría se aplica a la cocción simultánea o alterna de carbón y biomasa. Sin

Enero de 2013

embargo, la co-combustión de residuos en aparatos residenciales es una práctica ilegal en muchos países.

La **clase 3** se aplica a las estufas domésticas, hornos y calderas de carbón o de briquetas de carbón con bajo contenido de cloro.

La **clase 4** se aplica a las estufas domésticas, hornos y calderas de turba. El uso de la turba como combustible en el sector residencial está estrechamente vinculado a su disponibilidad local.

La **clase 5** se aplica a las estufas domésticas, hornos y calderas de fuel-oil ligero. El empleo de fracciones pesadas del petróleo en el sector residencial está a menudo prohibido.

La **clase 6** se aplica a las estufas domésticas, hornos y calderas de gas natural. El mismo factor puede ser aplicado al gas de petróleo ligero y fracciones similares.

Cuadro II.3.7 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de fuentes 3e Calefacción y Cocina Doméstica con Combustibles Fósiles

3e		Factores de emisión (µg EQT/TJ combustible fósil quemado)				Concentración (ng EQT/kg ceniza)
	Clasificación	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Estufas de co-combustión de carbón con alto contenido de cloro/residuos/biomasa	1.700*	ND	NA	NA	5.000
2	Estufas de carbón/residuos/biomasa	200	ND	NA	NA	NA
3	Estufas a carbón	100	ND	NA	NA	5
4	Estufas a hulla	100	ND	NA	NA	NA
5	Estufas a petróleo	10	ND	NA	NA	NA
6	Estufas a gas natural	1.5	ND	NA	NA	NA

*Pandelova y col. 2005

Tasas de actividad

Las clases 1, 2, 3, 5 y 6 suelen estar cubiertas por las estadísticas nacionales de energía. La información sobre las propiedades del carbón puede estar disponible en las asociaciones de proveedores de carbón o en casos de estudio sobre el tema. Pueden ser necesarias investigaciones específicas para cuantificar el consumo de turba doméstica, ya que ésta se puede producir de manera artesanal. Se requieren estimaciones de expertos para cuantificar las emisiones de la combustión de combustibles sólidos mixtos. Las estadísticas de energía no se ocupan de la parte de la co-combustión en el consumo total de combustible. El uso de residuos en equipos residenciales es una práctica ilegal en muchos países. No obstante, algunos países han desarrollado estudios de caso sobre este tema y los resultados pueden ser utilizados como una primera aproximación.

Nivel de confianza

En esta categoría, el nivel de incertidumbre está directamente relacionado con la calidad del combustible. En el caso de la combustión de gas natural (clase 6) el nivel de confianza es alto. Esto es debido al uso de combustible limpio y la alta estabilidad del proceso. A la combustión de combustibles sólidos mixtos se le atribuye niveles bajos de confianza, en particular en el caso de la co-combustión de residuos (clases 1 y 2), debido a la baja estabilidad del proceso y una amplia gama de datos. Para las clases 3, 4 y 5 se estiman niveles medios, debido a la composición más definida del combustible, pero con gran cantidad de datos.

4 – Productos minerales

Esta sección resume los procesos de alta temperatura en la industria mineral. Las materias primas o combustibles que contienen cloruros pueden causar la formación de PCDD/PCDF en varios pasos de los procesos, por ejemplo, durante la fase de enfriamiento de los gases, o en la zona de calor. Debido al tiempo de estancia en los hornos, y las altas temperaturas necesarias para el producto, estos procesos generalmente tienen emisiones bajas de PCDD/PCDF. Las categorías que se muestran en el Cuadro II.4.1 se incluirán en el inventario de dioxinas y furanos.

Cuadro II.4.1 Visión general de categorías de fuentes incluidas en el grupo 4 – Productos minerales

4 - Productos minerales		Vía Potencial de Liberación				
Categorías de fuentes		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
a	Producción de cemento	X				X
b	Producción de cal	X				X
c	Producción de ladrillos	X				X
d	Producción de vidrio	X				X
e	Producción de cerámica	X				X
f	Mezcla de asfalto	X			X	X
g	Pirólisis de esquisto bituminoso	X				X

En lo pertinente a lo dispuesto en el Artículo 5, las fuentes en esta categoría se pueden clasificar como sigue:

Cuadro II.4.2 Pertinencia al Artículo 5, Anexo C del Convenio de Estocolmo

No	Categoría de fuente del Kit de herramientas	Parte II	Parte III	Categoría de fuentes pertinente en el Anexo C
4a	Producción de cemento	X		Hornos de cemento que queman residuos peligrosos

Un ejemplo de la elaboración de un inventario de fuentes y estimación de liberaciones se incluye en el ejemplo de inventario 5.

4a Producción de cemento

Las principales materias primas para la producción de cemento son la arcilla y la piedra caliza. Hay cuatro rutas principales de proceso para la fabricación de cemento: proceso seco, semiseco, semihúmedo y húmedo. Estos procesos se describen en detalle en las Directrices de MTD y MPA.

Los hornos de cemento modernos utilizan con frecuencia el proceso seco, en el que las materias primas se pueden precalentar en un precalentador de ciclones múltiples dispuestos verticalmente, en el que los gases calientes ascendentes que salen del horno entran en contacto con las materias primas que fluyen hacia abajo. Algunos procesos en seco utilizan también una fase de precalcinado justo antes de que la materia prima entre en el horno. El uso del proceso húmedo, en el que la mezcla molida se mezcla con agua y se introduce en el horno, utiliza alrededor de 40 % más energía que el proceso seco. Los procesos semi-secos y semi-húmedos utilizan precalentadores de rejillas, también conocidas como hornos Lepol.

Enero de 2013

Los combustibles más frecuentemente utilizados son el carbón, el petróleo, el gas o coque de petróleo. En muchos casos, también se utiliza una serie de combustibles alternativos, derivados de residuos de alto poder calorífico, como complemento a los combustibles fósiles. Los residuos pueden ser: aceites usados, disolventes, harinas animales, algunos residuos industriales, y en algunos casos residuos peligrosos. La mayoría de ellos se queman en el extremo (caliente) del quemador del horno. Con frecuencia se utilizan neumáticos, que se pueden introducir en el horno enteros o cortados.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para cuatro clases de origen se enumeran en el cuadro II.4.3. Como puede verse, no hay factor de emisión para liberaciones con residuos. Por lo general, los hornos de cemento no generan residuos ya que el polvo ESP se reintroduce en el proceso y las liberaciones a través de este vector son insignificantes. Algunos hornos de cemento con una alta entrada de cloro (a partir de residuos o materias primas) tienen un bypass instalado para separar el polvo de horno de cemento (CKD), con alto contenido de cloro (hasta 10 % de cloruro), antes del primer ciclón. Normalmente el CKD se envía a rellenos sanitarios específicos o minas subterráneas. Más información sobre cómo se gestionan las salidas del proceso se puede encontrar en las Directrices sobre MTD y MPA. La información detallada sobre cómo se han obtenido factores de emisión se puede encontrar en el Anexo 35.

Orientación para clasificación de las fuentes

La **clase 1** comprende hornos de chimenea.

La **clase 2** comprende hornos húmedos antiguos y con colectores de polvo que funcionan a temperaturas superiores a 300°C.

La **clase 3** incluye hornos rotativos modernos, en los que el colector de polvo está entre 200°C y 300°C.

La **clase 4** incluye plantas modernas en las que la temperatura del colector de polvo se mantiene por debajo de 200°C.

Cuadro II.4.3 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de fuentes 4a Producción de Cemento

4a	Producción de cemento	Factores d'emisión (µg EQT/t Cemento producido)				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Hornos de chimenea	5	ND	NA	ND	ND
2	Hornos húmedos antiguos, temperatura ESP > 300°C	5	ND	NA	ND	ND
3	Hornos rotatorios, temperatura ESP/FF 200-300°C	0.6	ND	NA	ND	ND
4	Hornos húmedos, temperatura ESP/FF < 200°C Hornos secos con precalentador, precalcinador T < 200°C	0,05	ND	NA	ND	ND

Tasas de actividad

Las tasas de actividad se pueden obtener de varias fuentes, tales como:

- Propietarios/operadores de las instalaciones pertinentes (por cuestionarios);
- Organismos estatales, provinciales, nacionales y/o internacionales que recopilan información estadística centralizada, incluyendo producción de cemento;
- Organismos estatales, provinciales y nacionales que otorgan permisos de funcionamiento;
- Otros inventarios de emisiones, tales como el inventario de metales pesados, contaminantes criterio y/o gases de invernadero;
- Estadísticas internacionales como EUROSTAT, OCDE, FAO, Banco Mundial, etc

Nivel de confianza

Los factores de emisión se basan en datos disponibles de varias regiones del mundo, por lo que se les asigna un nivel de confianza alto.

4b Producción de cal

La cal se utiliza en una amplia gama de productos. La cal viva es óxido de calcio (CaO) producido por la descarbonatación de la caliza (CaCO_3). La cal apagada es cal viva con cierto contenido de agua y se compone principalmente de hidróxido de calcio (Ca(OH)_2). Los principales usuarios de cal son las industrias del acero, la construcción, la pulpa y el azúcar.

La cal se obtiene de la quema de calcio y/o carbonato de magnesio a una temperatura entre 900 y 1500° C. Para algunos procesos se necesitan temperaturas más altas. El óxido de calcio (CaO) producido en el horno se suele triturar, moler y/o tamizar antes de transportarlo a un silo. Se puede entregar la cal al usuario final en forma de cal viva, o se la hace reaccionar con agua en una planta de hidratación para producir cal hidratada o cal apagada.

En la quema de cal se utilizan diferentes combustibles - sólidos, líquidos o gaseosos -. La mayoría de los hornos pueden funcionar con más de un combustible. El proceso de quema de la cal comprende dos fases (BREF 2010):

1. Proporcionando suficiente calor a más de 800°C para calentar la cal y causar su descarbonización, y
2. Manteniendo la cal a una temperatura lo suficientemente alta (alrededor de 1200-1300°C) para ajustar su reactividad.

La mayoría de los hornos son ya sea de chimenea o giratorios. La mayoría de los hornos se caracterizan por el flujo en contracorriente de sólidos y gases. También se encuentran hornos de lecho fluidizado y fogones rotatorios. Los hornos típicos tienen una capacidad de entre 50 y 500 toneladas por día (BREF 2010).

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para las dos clases de origen se enumeran en el Cuadro II.4.4. La información detallada sobre cómo se han obtenido estos factores de emisión se puede encontrar en el Anexo 36.

Orientación para clasificación de las fuentes

La **clase 1** comprende plantas con una combustión deficiente, y sistemas de limpieza de gases simples o inexistentes.

La **clase 2** comprende los hornos de alta eficiencia energética y equipados con filtros de tela para la limpieza de gases.

Cuadro II.4.4 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de fuente 4b Producción de Cal

4 b	Producción de Cal	Factores de emisión (µg EQT/t producción de cal)				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Sin control de polvo, o combustibles pobres, contaminados	10	NA	NA	ND	ND
2	Producción de cal usando reducción de polvo	0,07	NA	NA	ND	ND

Tasas de actividad

Las tasas de actividad se pueden obtener de varias fuentes, tales como:

- Propietarios/operadores de las instalaciones pertinentes (con cuestionarios);
- Organismos estatales, provinciales, nacionales y/o internacionales que recopilan información estadística centralizada, incluyendo la producción de cal;
- Organismos estatales, provinciales y nacionales que emiten permisos de funcionamiento;
- Otros inventarios de emisiones, como el inventario de fuentes y liberaciones de mercurio, contaminantes criterio y/o gases de invernadero;
- Estadísticas internacionales, como EUROSTAT, OCDE, FAO, Banco Mundial, etc

Nivel de confianza

La forma en que se controla las entradas al horno, y el mantener el horno funcionando en forma estable son factores que tienen un impacto importante sobre la liberación de PCDD/PCDF. A los factores de emisión para procesos menos controlados, como los de la clase 1, se les asigna un nivel medio de confianza. Al factor de emisión de la clase 2 se le asigna un nivel de confianza alto, debido a un mejor control del proceso, y a los datos disponibles.

4c Producción de ladrillos

La producción de ladrillos en hornos simples, que van desde lo informal a dimensiones industriales, es una actividad importante en países en desarrollo y emergentes. Las instalaciones existentes en diversas partes del mundo tienen características diferentes. Por ejemplo, en África del Sur hay hornos de escala industrial con una gran capacidad de producción (aproximadamente 100 millones de toneladas por año). En México, los hornos típicos tienen una capacidad de producción significativamente más baja (alrededor de 100 toneladas por horno por año), y habitualmente se

concentran en áreas pequeñas. Los hornos de Kenia son instalaciones pequeñas, y su producción es aprovechada totalmente por la demanda interna.

Se utilizan diversos combustibles, y sobre todo en las economías emergentes, los combustibles tradicionales (madera) son a menudo reemplazados por residuos con alto valor calórico (aceite, llantas, plástico). Estos combustibles pueden promover mayores emisiones de PCDD/PCDF, PCB y HCB.

Factores de emisión

La Cuadro II.4.5 enumera los factores de emisión de PCDD/PCDF para dos clases de origen. Los factores de emisión de PCDD/PCDF al aire son los mismos que en la edición de 2005 del Kit de herramientas. No obstante, los altos niveles detectados en cenizas (alrededor de 100 ng/kg de PCDD/PCDF EQT) y ladrillos (alrededor de 10 ng/kg) en un local mexicano que utiliza una mezcla de petróleo pesado y cortezas de árboles, indican la necesidad de realizar más investigaciones para determinar si estos datos pertenecen a otra clase (Umlauf y col. 2011). Sin embargo, con respecto a los ladrillos, se puede suponer que los PCDD/PCDF permanecen en gran medida inmóviles.

Los factores de emisión revisados o recién añadidos se destacan en rojo. Factores de emisión para otros COP no intencionales se enumeran en el anexo 37. La información detallada sobre cómo se han obtenido los factores de emisión por defecto también se puede encontrar en el Anexo 37.

Orientación para clasificación de las fuentes

Los factores de **clase 1** deben aplicarse a los hornos más pequeños y menos controlados sin tecnología de limpieza de gases.

La **clase 2** comprende las tecnologías sin reducción de emisiones que usan combustibles no contaminados, las que utilizan reducción de emisiones y cualquier tipo de combustible, y las que no tienen reducción de emisiones pero sí controles de procesos de última generación**.

Cuadro II.4.5 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de fuentes 4c Producción de Ladrillos

4c	Producción de Ladrillos	Factores de emisión (µg EQT/t ladrillos producidos)				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo*
1	Sin reducción de emisiones, usa combustibles contaminados	0,2 ⁱ	NA	NA	0,06 ⁱⁱⁱ	0,02 ^v
2	Sin reducción de emisiones, usa combustibles no contaminados	0,02 ⁱⁱ	NA	NA	0,006 ^{iv}	0,002 ^{vi}
	Con reducción de emisiones, usa cualquier tipo de combustible					
	Sin reducción de emisiones pero con controles de procesos de última generación**					

* En países sin gestión de residuos o que no reutilizan los residuos de la fabricación de ladrillos, estos generalmente se incluyen en Suelo.

** Para hornos de ladrillos con controles de procesos de última generación, como los de tipo Hoffmann, se ha demostrado que la co-incineración de residuos no promueve emisiones de PCDD/PCDF, en comparación al uso de carbón (Ubaque y col. 2010).

ⁱ Confirmado/derivado de mediciones de campo en que usan aceites residuales

ⁱⁱ Confirmado/derivado de mediciones de campo en hornos mexicanos que usan madera virgen

ⁱⁱⁱ Derivado de mediciones de campo en hornos artesanales de ladrillos que usan aceite residual

^{iv} Derivado de hornos de ladrillos a carbón y madera virgen en México, Sud África a escala industrial y artesanal

^v Derivado de hornos de ladrillos artesanales mexicanos que queman combustibles contaminados

^{vi} Derivado de hornos a madera virgen y carbón en México, Sud África y Kenia, a escala industrial y artesanal

Tasas de actividad

Las tasas de actividad se pueden obtener de varias fuentes, tales como:

- Propietarios/operadores de las instalaciones pertinentes (por cuestionarios);
 - Organismos estatales, provinciales, nacionales y/o internacionales que recopilan información estadística centralizada;
 - Organismos estatales, provinciales y nacionales que emiten los permisos;
 - Cámaras de la construcción y de comercio estatales, regionales o nacionales;
 - Otros inventarios de emisiones, tales como el inventario de los metales pesados, contaminantes criterio y/o gases de invernadero;
 - También se pueden considerar las bases de datos del IPCC para evaluar las tasas de actividad;
 - Las bases de datos de programas y proyectos de eficiencia energética pueden ayudar a evaluar las tasas de actividad e identificar la instalación de hornos mejorados. Debido al reciente interés en el control de emisiones de negro de carbón, puede haber cambios en la producción de ladrillos que resulten en un control más eficiente y parejo de las emisiones de los hornos (2011a PNUMA).
- En el ejemplo de inventario 5 se incluyen orientaciones adicionales sobre la estimación de las tasas de actividad para la producción de ladrillo artesanal.

Nivel de confianza

No se han producido otros informes de hornos artesanales respecto a COP. Los datos utilizados para derivar los factores de emisión al aire fueron producidos a través de dos experimentos con cobertura geográfica parcial. Los factores de emisión al suelo y residuos tienen una cobertura más amplia. En particular, no se evaluaron hornos típicos de China y otros países asiáticos. Debido a los programas de eficiencia de energía, se están instalando hornos de tipo continuo en Asia, África y en un futuro próximo en Latinoamérica. Con base en lo anterior, el nivel de confianza asignado a los factores de emisión para la clase 1 es alto a medio, y para la clase 2 es medio.

4d Producción de vidrio

Los hornos usados para la manufactura de vidrio pueden operarse continuamente o intermitentemente. Los combustibles típicos son petróleo y gases. Las materias primas son principalmente arena, piedra caliza, dolomita, soda y en algunos casos vidrios reciclados. Además se puede usar una amplia gama de materiales adicionales para alcanzar las propiedades deseadas tales como color, transparencia, y para purificación. Se pueden agregar compuestos clorados y fluorados (SCEP 1994). En algunos hornos modernos de vidrio, se limpian los gases con sorbentes y precipitadores electrostáticos o filtros de tela.

Factores de emisión

En el Cuadro II.4.6. se enumeran los factores de emisión de PCDD/PCDF para dos clases de fuentes en el Cuadro II.4.6. En el Anexo 38 encontrará información detallada sobre la forma en que se derivaron estos factores de emisión.

Orientación para la clasificación de fuentes

Clase 1 incluye hornos sin controles del polvo, que usan combustibles malos, contaminados.

Clase 2 incluye hornos que utilizan reducción del polvo.

Cuadro II.4.6 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 4d Producción de vidrio

4d	Producción de vidrio	Factores de emisión (µg EQT/t producto)				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	No se hace control del polvo o combustibles, contaminados	0,2	NA	NA	ND	ND
2	Producción de vidrio usando reducción del polvo	0,015	NA	NA	ND	ND

Tasas de actividad

Pueden obtenerse las tasas de actividad de diferentes fuentes, como las descritas a continuación:

- Propietarios/operadores de las instalaciones pertinentes (por cuestionarios);
- Organismos nacionales, provinciales, estatales y/o internacionales que recaban información estadística centralizada, incluyendo la producción de vidrio;
- Organismos nacionales, provinciales y estatales que emiten permisos;
- Otros inventarios tales como el inventario de metales pesados, criterios de gases contaminantes y/o con efecto invernadero.

Nivel de confianza

Se presentan los factores de emisión con un nivel de confianza mediano, con base en el alcance geográfico limitado de los datos disponibles.

4e Producción de cerámica

No existe suficiente información como para considerar la producción de cerámica como una fuente de PCDD/PCDF. Como la producción de cerámica es un proceso térmico, lo más probable es

Enero de 2013

que se liberen PCDD/PCDF a la atmósfera. Se pueden estimar estas liberaciones aplicando los factores de emisión desarrollados en la producción de ladrillos.

4f Mezcla de asfalto

El asfalto generalmente se utiliza para la construcción vial, y consiste en lascas de rocas, arena, agentes de volumen ligados entre sí en bitumen. Entre esos agentes de volumen pueden incluir ceniza volante proveniente de incineración o plantas de energía.

La primera etapa del proceso generalmente es una unidad de secado al aire para los minerales. Luego se mezclan los minerales calientes con bitumen caliente para obtener asfalto. Habitualmente las plantas de mezclado de asfalto en los países industrializados pueden realizar la limpieza de los gases, tales como filtros de tela o dispositivos de control de polvo húmedo.

Factores de emisión

En el Cuadro II.4.7 se enumeran los factores de emisión de PCDD/PCDF para dos clases de fuentes. En el Anexo 39 se presenta información detallada que muestra cómo se pueden derivar estos factores de emisión.

Guías para la clasificación de fuentes

Clase 1 incluye instalaciones sin sistemas de limpieza de gases o que utilizan combustibles malos o contaminados.

Clase 2 incluye modernas instalaciones para la mezcla del asfalto equipadas con filtro de tela o depuradores húmedos para limpieza de gases.

Cuadro II.4.7 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 4f Mezcla de asfalto

4f	Mezcla de asfalto	Factores de emisión (µg EQT/t mezcla de asfalto)				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Planta de mezclado sin limpieza de gases, combustibles malos	0,07	NA	NA	ND	ND
2	Planta de mezclado con filtro de tela o depurador húmedo	0,007	NA	NA	ND	0,06

Tasas de actividad

Las tasas de actividad se pueden obtener de diferentes fuentes, como las siguientes:

- Propietarios/operadores de las instalaciones pertinentes (por cuestionarios);
- Organismos nacionales, provinciales, estatales y/o internacionales que recaban información estadística centralizada, incluyendo sobre vialidad;
- Refinerías petroleras que producen asfalto.

Nivel de confianza

Los factores de emisión se presentan con un nivel de confianza mediano, dado el limitado alcance geográfico de los datos disponibles

4g Procesamiento de esquistos bituminosos

Los esquistos bituminosos son un término general que se aplica a un grupo de esquistos finos de color negruzco a marrón oscuro, lo suficientemente ricos en material bituminoso (llamado querógeno) como para obtener petróleo a partir de la destilación. El querógeno que contienen los esquistos bituminosos puede ser convertido en petróleo mediante pirólisis. Durante la pirólisis el esquisto bituminoso es calentado a 500°C en ausencia de aire, y el querógeno se convierte en petróleo y es separado, en un proceso llamado “retortaje” o “retorting”.

El término “esquisto bituminoso” no es del todo correcto. No contiene petróleo ni tampoco es esquisto propiamente dicho. La materia orgánica es fundamentalmente querógeno, y el “esquisto” es habitualmente una roca dura llamada marga. Si se procesa correctamente, el querógeno puede convertirse en una sustancia que se asemeja al petróleo. Sin embargo, los esquistos bituminosos no se convierten en “petróleo” mediante procesos naturales y, por lo tanto, los esquistos bituminosos deben ser sometidos a temperaturas elevadas para convertirse en combustible fósil (WEC 2004).

Existen dos formas convencionales para procesar los esquistos bituminosos (WEC 2004): la primera consiste en el fraccionamiento in situ de los esquistos, que luego son calentados para obtener gases y líquidos. La otra es mediante minería, transporte y calentamiento de los esquistos hasta aproximadamente 450°C, con adición de hidrógeno al producto resultante, y la eliminación y estabilización del residuo.

Los esquistos bituminosos se queman directamente como combustible en algunos países como Estonia, donde la economía energética continúa siendo predominantemente en base a esquistos. Por información sobre los factores de emisión de las plantas generadoras de electricidad en base a esquistos, ver categoría de fuente 3a Plantas de generación de energía en base a combustibles fósiles.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para dos clases de fuentes se encuentran enumerados en el Cuadro II.4.8. La información detallada sobre cómo fueron derivados estos factores de emisión se encuentra en el Anexo 40.

Orientación para clasificación de las fuentes

Clase 1 incluye los procesos de fraccionamiento térmico.

Clase 2 incluye pirólisis de esquistos bituminosos.

Cuadro II.4.8 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de fuente 4g Procesamiento de esquistos bituminosos

4g	Procesamiento de esquistos bituminosos	Factores de emisión (µg EQT/t esquistos bituminosos)				
		Aire	Agua	Tierra	Producto	Residuo
1	Fraccionamiento térmico (proceso 1)	ND	ND	ND	ND	ND
2	Pirólisis de esquistos bituminosos	0,003	NA	ND	0,07	2

Tasas de actividad

Las tasas de actividad pueden obtenerse de varias fuentes, por ejemplo:

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

- Organismos estatales, provinciales, nacionales y/o internacionales que centralicen información estadística;
- Balance energético nacional;
- Propietarios/operadores de las plantas correspondientes (mediante cuestionarios);
- Organismos estatales, provinciales y nacionales encargados de otorgar licencias.

Nivel de confianza

Se proporcionan los factores de emisión con nivel medio de confianza, dado el limitado alcance geográfico de los datos disponibles.

5 – Transporte

Las emisiones de COP producidos por el transporte (vehículos terrestres y todo terreno) son el resultado de la combustión incompleta del combustible de los motores. Los niveles de PCDD/PCDF y otros COP no intencionales presentes en los gases de escape de los vehículos dependen de muchos factores, incluyendo el tipo de motor, su mantenimiento, estado y antigüedad, las tecnologías para la reducción de emisiones (catalizadores), el tipo y calidad del combustible, las condiciones de manejo, las condiciones ambientales, etc. La evaluación del impacto producido por estos factores sobre las emisiones es muy importante, particularmente cuando se considera el aumento en la cantidad de vehículos. A los efectos de desarrollar un inventario de emisiones de PCDD/PCDF, se puede utilizar una metodología sencilla, según la cual las tasas de emisiones de PCDD/PCDF son consideradas en función del tipo de motor y el tipo de combustible. El impacto de estos dos parámetros sobre las concentraciones de PCDD/PCDF en los gases de escape es uno de los más estudiados. Por lo tanto, los factores de emisión del Kit de Herramientas se proporcionan según el tipo de motor de combustión, el tipo de combustible, y la tecnología utilizada para reducir las emisiones (catalizadores).

En este grupo se incluyen cuatro categorías de fuentes (ver Cuadro 11.5.1): motores de cuatro tiempos (motores a gasolina con encendido con bujías), motores de dos tiempos (motores a gasolina con encendido con bujías), motores diésel (motores a diésel con encendido con compresión), y los motores que funcionan con aceite pesado (fundamentalmente turbinas). Estos tipos de motores son los que predominan en el sector transporte. Además de éstos, también se utilizan otros tipos de motores, tales como los motores rotativos Wankel, los generadores de gas, etc. De todas maneras, estos no son tan comunes y pueden ser incluidos en las categorías actuales del Kit de Herramientas.

Los principales combustibles utilizados para el transporte terrestre son la gasolina y el diésel. En menor proporción, también se utilizan otros tipos de combustible, como el gas licuado de petróleo (GLP), gas natural comprimido (GNC), biocombustibles líquidos (etanol, metanol, biodiésel) e hidrógeno. El mercado de estos combustibles está creciendo, pero hasta la fecha, no hay datos disponibles de mediciones de dioxina. A fin de categorizar las emisiones de estos tipos de combustible, se proponen las siguientes hipótesis:

- Para los autos que utilizan GLP: tomar el factor de emisión de los motores de cuatro tiempos con catalizador (5a3);
- Para las mezclas de aceite/gas o aceite/gasolina: deberá aplicarse el factor de emisión para diésel (5c1).

Con relación al transporte aéreo, no se ha informado la incidencia de PCDD/PCDF para aeronaves. En un programa de biomonitorio en el Aeropuerto Internacional de Frankfurt, no se detectaron aumentos en las concentraciones ni cambios en los patrones de PCDD/PCDF, con relación a la exposición a largo plazo de col crespas en diferentes ubicaciones, por ej., a lo largo de las pistas o próximo a las terminales. Se asumió, por lo tanto, que la combustión de queroseno de los motores de las aeronaves no es una fuente de PCDD/PCDF, de manera que esta categoría no se incluye en el Kit de Herramientas (Fiedler y col. 2000a, Buckley-Golder y col. 1999).

Cuadro II.5.1 Resumen de las categorías de fuentes incluidas en el grupo 5 - Transporte

5 – Transporte	Vía potencial de emission
----------------	---------------------------

Categorías de fuentes		Aire	Agua	Tierra	Producto	Residuo
a	Motores de 4 tiempos	X				
b	Motores de 2 tiempos	X				
c	Motores diesel	X				(x)
d	Motores de aceite pesado	X				(x)

En cuanto a la relevancia con respecto a las disposiciones del Artículo 5, las fuentes de esta categoría pueden clasificarse de la siguiente manera:

Cuadro II.5.2 Relevancia con respecto al Artículo 5, Anexo C del Convenio de Estocolmo

Nº	Categoría de Fuente del Kit de Herramientas	Parte II	Parte III	Categoría de la fuente relevante del Anexo C
5a	Motores de 4 tiempos		X	Vehículos automotores, particularmente los que queman gasolina con plomo
5b	Motores de 2 tiempos		X	Vehículos automotores, particularmente los que queman gasolina con plomo
5c	Motores diésel		X	Vehículos automotores, particularmente los que queman gasolina con plomo.
5d	Motores de aceite pesado		X	Vehículos automotores, particularmente los que queman gasolina con plomo

En el ejemplo del inventario 6 se incluye un ejemplo sobre cómo elaborar un inventario de fuentes y estimación de las emisiones para este grupo de fuentes.

5a Motores de cuatro tiempos

La mayor parte de los motores de combustión interna a gasolina que se usan hoy en día en los automóviles, camiones livianos, ciclomotores y otros vehículos, son de cuatro tiempos. Estos motores funcionan con el ciclo de combustión termodinámica inventado por Nicolaus Otto, que consiste de 4 tiempos, a saber, admisión, compresión, expansión y escape. Estos cuatro tiempos se completan a lo largo de dos revoluciones completas del cigüeñal. Como todos los procesos de combustión, los motores de combustión interna producen PCDD/PCDF como subproducto no deseado. Las emisiones más elevadas se han asociado con el uso de aditivos clorados de limpieza (*scavengers*) en la gasolina con plomo. Sin embargo, cuando se usa gasolina sin plomo y se instala un convertidor catalítico para retirar el NOx y los hidrocarburos no combustionados, las emisiones de PCDD/PCDF son despreciables. El único vector para la emisión es el aire. No están presentes otros vectores para las emisiones.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para cuatro clases de fuentes están enumerados en el Cuadro II.5.3. Los factores de emisión revisados, o agregados recientemente, están destacados en rojo. El

Anexo 41 contiene información más detallada acerca de cómo fueron derivados estos factores de emisión.

Orientación para clasificación de las fuentes

Clase 1 incluye todos los tipos de vehículos de cuatro tiempos que funcionan con gasolina (etílica) con plomo (gasolina con un contenido de plomo superior a c).

Clase 2 incluye todos los tipos de vehículos de cuatro tiempos que funcionan con gasolina, excluyendo la gasolina etílica o el GLP, y que no están equipados con catalizador, o cuando el catalizador no es el adecuado o no funciona. Los vehículos Euro class 1 e inferiores (o su equivalente en otros países) pertenecen a esta categoría.

Clase 3 incluye todos los vehículos de cuatro tiempos que funcionan con gasolina, excepto gasolina etílica, o GLP, y están equipados con el catalizador correcto. Los vehículos Euro clase 2 y superior (y sus equivalentes en otros países) pertenecen a esta clase.

Clase 4 incluye todos los tipos de vehículos de cuatro tiempos con catalizador, que funcionan con etanol o mezcla de combustibles (gasolina-etanol, por ejemplo E85), donde la proporción de etanol es mayor al 50%.

Cuadro II.5.3 Factores de emisión de PCDD/PCDF para motores de 4 tiempos, categoría de fuente 5a

5a	Motores de 4 tiempos	Factores de emisión (µg EQT/t combustible quemado)				
		Aire	Agua	Tierra	Producto	Residuo
1	Combustible con plomo*	2.2	NA	NA	NA	NA
2	Gasolina sin plomo, sin catalizador*	0,1	NA	NA	NA	NA
3	Gasolina sin plomo con catalizador*(**)	0,001	NA	NA	NA	NA
4	Etanol con catalizador	0,0007	NA	NA	NA	NA

* Cuando los datos de consumo están expresados en litros (L), nótese que 1 L de gasolina tiene una masa de 0,74 kg; por lo tanto deberá utilizarse un factor de conversión de 0,00074 para convertir litros a toneladas.

** Las emisiones de motores con catalizadores averiados deberán calcularse utilizando el factor de emisión clase 2.

Tasas de actividad

Las tasas de actividad que caracterizan el sector transporte pueden estimarse utilizando:

- Las estadísticas nacionales sobre el consumo de combustible de motores, la exportación-importación, la producción (comercio, aduanas, etc.):
- Estadísticas nacionales sobre la estructura del parque automotor;
- Las bases de datos nacionales, regionales y locales sobre los registros de automóviles con información sobre su estado y características ecológicas;
- Estadísticas internacionales (Eurostat, IEA).

Enero de 2013

Las tasas de actividad necesarias para compilar el inventario de emisiones de PCDD/PCDF para el sector transporte (es decir el combustible (vendido) y las características de la flota vehicular) generalmente se encuentran en dos fuentes independientes de datos. Por lo tanto, en algunos casos, no es fácil estimar el consumo de combustible en base al tipo de vehículo. Se precisa una mayor investigación. El inventario 6 que se presenta como ejemplo muestra algunos modelos que pueden utilizarse en dichos casos.

Nivel de confianza

La confianza en los factores de emisión de PCDD/PCDF para esta categoría de fuente depende de la clase de fuente. Si se toman en cuenta los niveles de las concentraciones de PCDD/PCDF en las emisiones y su variación según la clase de fuente, se asigna un nivel medio de confianza a los factores de emisión de las clases 2 y 3, un nivel elevado de confianza al factor de emisión clase 1, y un nivel bajo de confianza al factor de emisión 4.

5b Motores de dos tiempos

La mayor parte de los motores de combustión interna a gasolina que se usan hoy en día en embarcaciones, motos de agua, ciclomotores, mototriciclos, máquinas de cortar césped, motosierras, y otros vehículos, son de dos tiempos. Estos motores funcionan con el mismo ciclo termodinámico de combustión que los motores de cuatro tiempos, pero están limitados a dos tiempos: el ciclo combinado de escape y admisión, y el ciclo de compresión, expansión y combustión. Todos estos ciclos se producen en una sola revolución completa del cigüeñal. Por lo general, la lubricación se realiza por medio de aceite que se agrega al combustible. Por consiguiente, en comparación con los motores de cuatro tiempos, pueden liberarse cantidades superiores de contaminantes y la eficiencia puede ser menor. El único vector de emisión es al aire. No están presentes todos los demás vectores de liberación.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para dos clases de fuentes están enumerados en el Cuadro II.5.4. En el Anexo 42 hay información detallada acerca de cómo fueron derivados estos factores de emisión

Orientación para clasificación de las fuentes

Clase 1 incluye toda la maquinaria móvil (ciclomotores, pequeños ciclomotores, mototriciclos, embarcaciones, motos de agua, máquinas de cortar césped, motosierras, y otros vehículos que funcionan a combustible con plomo (con contenido de plomo superior a 0,15/0,013 g/l).

Clase 2 incluye toda la maquinaria móvil (ciclomotores, pequeños ciclomotores, embarcaciones, mototriciclos, cortadoras de césped, motosierras y otros) con motores de dos tiempos que funcionan con combustible sin plomo (con contenido inferior a 0,15/0,013 g/l).

Cuadro II.5.4 Factores de emisión de PCDD/PCDF para motores de dos tiempos, categoría de fuente 5b

5b	Motores de dos tiempos	Factores de emisión (µg EQT/t combustible quemado)				
		Aire	Agua	Tierra	Producto	Residuo
1	Combustible con plomo *	3,5	NA	NA	NA	NA

2	Combustible sin plomo *	2,5	NA	NA	NA	NA
---	-------------------------	-----	----	----	----	----

* Cuando los datos de consumo están expresados en litros (L), nótese que 1 L de gasolina tiene una masa de 0,74 kg; por lo tanto deberá utilizarse un factor de conversión de 0,00074 para convertir litros a toneladas.

Tasas de actividad

Las tasas de actividad que caracterizan el sector transporte pueden estimarse usando:

- Las estadísticas nacionales sobre el consumo de combustible de los motores, la exportación-importación, la producción (comercio, aduanas, etc.):
- Las estadísticas nacionales sobre la estructura del parque automotor;
- Las bases de datos nacionales, regionales y locales sobre los registros de automóviles con información sobre su estado y características ecológicas;
- Estadísticas internacionales (Eurostat, IEA).

Las tasas de actividad necesarias para compilar el inventario de emisiones de PCDD/PCDF para el sector transporte (es decir el combustible (vendido) y las características de la flota vehicular) generalmente se encuentran en dos fuentes independientes de datos. Por lo tanto, en algunos casos, no es fácil estimar el consumo de combustible en base al tipo de vehículo. Será necesaria una mayor investigación. El inventario 6 que se presenta como ejemplo muestra algunos modelos que pueden utilizarse en tales casos.

Nivel de confianza

Las mediciones de las emisiones de PCDD/PCDF de esta categoría de fuente son limitadas. Teniendo en cuenta la heterogeneidad de este grupo de fuente, se asigna un nivel bajo de confianza a estos factores de emisión.

5c Motores diésel

Los motores diésel se usan en camiones de gran tonelaje, camionetas, automóviles de pasajeros, maquinaria de construcción pesada, embarcaciones, generadores diésel, bombas y equipo agrícola, incluyendo tractores y demás maquinaria. Estos motores usan diésel (combustible ligero) y un ciclo de cuatro tiempos. Para el encendido se usa la compresión en lugar de una chispa. Se introduce aire en el cilindro y se comprime. El combustible diésel se agrega a alta presión y se quema, con lo cual el uso de combustible es más eficiente y se producen menos emisiones. Lamentablemente, se asocia la emisión de partículas en forma de hollín al funcionamiento de motores diésel a causa de la combustión incompleta, en especial durante el arranque, el calentamiento y los cambios de carga. La acumulación de este hollín puede producir la liberación a través de los residuos. Se sabe con certeza que las emisiones de partículas contienen altas concentraciones de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP). Sin embargo no hay datos disponibles de mediciones sobre concentraciones de PCDD/PCDF en hollín de diésel. Con relación a COP no intencionales, no hay datos, o bien se han informado casi cero emisiones en los motores diésel recientemente reacondicionados para el tratamiento de emisiones (Laroo y col. 2011).

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para dos clases de fuente se presentan en el Cuadro II.5.5. Los factores revisados o agregados recientemente están destacados en rojo. En el Anexo 43 hay información detallada sobre cómo fueron derivados estos factores de emisión.

Orientación para clasificación de las fuentes

Clase 1 incluye toda la maquinaria móvil (camiones de gran tonelaje, camionetas, automóviles de pasajeros, locomotoras, maquinaria de construcción pesada, embarcaciones, generadores diésel, bombas, equipo agrícola, etc.) que funcionan con diésel común.

Clase 2 incluye vehículos diésel (para trabajos pesados, automóviles de pasajeros, etc.) que funcionan con diésel incluyendo 20% de biocombustible.

Tasas de actividad

Las tasas de actividad que caracterizan el sector del transporte se pueden evaluar utilizando:

- Las estadísticas nacionales sobre el consumo de combustibles, la exportación-importación, la producción (comercio, aduanas, etc);
- Las estadísticas nacionales sobre la estructura de la flota de automóviles;
- Bases de datos nacionales, regionales y locales en materia de matriculación de automóviles con indicación de su estado y sus características ecológicas;
- Las estadísticas internacionales (Eurostat, IEA).

Las tasas de actividad necesarias para la compilación del inventario de emisión de PCDD / DF PC para el sector de transporte (es decir, el combustible utilizado (vendido) y características de la flota de vehículos) se encuentran generalmente en dos fuentes de datos independientes. Por lo tanto, en algunos casos no es fácil calcular el consumo de combustible según el tipo de vehículo. Será necesario realizar investigaciones adicionales. El inventario de ejemplo número 6 muestra algunos modelos que se pueden utilizar en tales casos.

Nivel de confianza

Las mediciones de emisión de PCDD / DFPC de motores diésel regulares son limitadas, teniendo en cuenta el gran número de vehículos; además, la emisión puede variar ampliamente según la tecnología, kilometraje y condiciones de mantenimiento del motor. Se otorga un nivel de confianza medio al factor de emisión de clase 1. Asimismo, el uso de biodiésel es más reciente y los datos relativos a las emisiones también son limitados. Por lo tanto, se otorga un nivel bajo / medio de confianza al factor de emisión de clase 2.

5d Motores a fuel-oil pesado

Los motores a fuel-oil pesado (HFO) se utilizan en barcos, tanques, generadores de energía estacionarios y otros motores de gran tamaño cuasi-estacionarios. La disponibilidad de los factores de emisión es muy limitada y actualmente no se puede distinguir en lo que respecta a la composición de los combustibles, contenido de cloro, el tipo de metales catalíticos presente, etc.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD / DFPC para una clase de fuente se enumeran en el Cuadro II.5.6. Los factores de emisión revisados o añadidos recientemente se destacan en rojo. Los factores de emisión para otros COP no intencionales (HCB y BPC) también se obtuvieron basándose en Cooper (2005) y se enumeran en el anexo 44. También en este anexo se puede encontrar información detallada sobre cómo se han obtenido los factores de emisión por defecto.

Cuadro II.5.6 Factores de emisión de PCDD / DFPC por categoría de fuente 5d Motores a fuel oil pesado

5d	Motores a fuel oil pesado	Factores de emisión (µg EQT/t combustible quemado)				
		Aire	Agua	Tierra	Producto	Residuo
1	Todos los tipos	2	NC	NC	NC	ND

Tasas de actividad

Las tasas de actividad que caracterizan el sector del transporte se pueden evaluar utilizando:

- Las estadísticas nacionales sobre el consumo de combustibles, la exportación-importación, la producción (comercio, aduanas, etc);
- Las estadísticas nacionales sobre la estructura de la flota de automóviles;
- Bases de datos nacionales, regionales y locales en materia de matriculación de automóviles con indicación de su estado y sus características ecológicas;
- Las estadísticas internacionales (Eurostat, IEA).

Las tasas de actividad necesarias para la compilación del inventario de emisión de PCDD / DFPC para el sector de transporte (es decir, el combustible utilizado (vendido) y características de la flota de vehículos) se encuentran generalmente en dos fuentes de datos independientes. Por lo tanto, en algunos casos no es fácil calcular el consumo de combustible según el tipo de vehículo. Será necesario realizar investigaciones adicionales. El inventario de ejemplo número 6 muestra algunos modelos que se pueden utilizar en tales casos.

Nivel de confianza

Las mediciones de emisión de PCDD/PCDF de esta categoría de fuente son limitadas, teniendo en cuenta el gran número de vehículos, tecnología, variabilidad del combustible, edad y condiciones de mantenimiento. Por lo tanto, se les otorga a los factores de emisión de PCDD/PCDF una confianza media.

6 – Procesos de quema a cielo abierto

Este grupo de fuentes comprende dos categorías de fuentes de quema a cielo abierto (es decir, la combustión sin equipo ni contención) de los siguientes materiales, como se indica en el Cuadro II.6.1:

- Biomasa (bosques, sabanas, pastizales, residuos de cultivos agrícolas incluida la caña de azúcar), y
- Residuos (residuos sólidos principalmente domésticos o municipales, quemados en vertederos oficiales, otros basureros o patios privados; vehículos, edificios y fábricas quemadas en incendios accidentales, y residuos de la construcción/demolición).
- Ninguno de estos procesos de combustión ni los incendios ocurren en condiciones definidas u optimizadas. La aireación se produce por ventilación natural. En la primera categoría de fuente, las condiciones de combustión varían de poco a muy eficientes en función del tipo de combustible, disposición del mismo y condiciones ambientales tales como la humedad, temperatura, humedad del combustible y velocidad del viento. En el segundo grupo, las condiciones de combustión con frecuencia son deficientes debido a la composición heterogénea de los materiales combustibles así como también por la mezcla deficiente y compactada de los mismos. Además, la humedad y la falta de oxígeno pueden contribuir a que surja una complejidad adicional. Habitualmente, no se interviene para seleccionar los combustibles o para mejorar las condiciones de combustión. En ciertas jurisdicciones, algunos de estos procesos no están autorizados y por lo tanto están indocumentados. En consecuencia, las emisiones procedentes de estos procesos tienden a ser subestimadas debido a las dificultades para evaluar la actividad global del país.
- A través de este grupo de fuentes, las liberaciones de COP no intencionales con residuos sólidos tales como cenizas de combustión, se consideran como emisiones al suelo y no a los residuos, ya que debido a la falta de contención, las cenizas se desechan sobre la tierra y por lo general no se recogen para su posterior eliminación. Por lo tanto, se proporciona un FE_{Suelo}. Posteriormente, para evitar la doble contabilidad, no se proporciona un FE_{Residuo}, aunque el vector de liberación sea la ceniza.
- Este Kit de herramientas se diferencia entre dos grandes categorías de fuentes (Cuadro II.6.1):

Cuadro II.6.1 Visión general de las categorías de fuentes incluidas en el grupo 6 - Procesos de quema a cielo abierto

6 – Procesos de quema a cielo abierto		Posible vía de liberación				
Categoría de Fuente		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
a	Quema de biomasa	X	(x)	X		(x)
b	Quema de residuos e incendios accidentales	X	(x)	X		(X)

En lo pertinente a las disposiciones del Artículo 5, las fuentes en esta categoría se enumeran en el anexo C de la siguiente manera:

Cuadro II.6.2 Pertinente al Artículo 5, Anexo C de la Convención de Estocolmo

No	Kit de herramientas de la categoría de fuente	Parte II	Parte III	Categoría de fuente relevante en anexo C
6b	Quema de residuos e incendios accidentales		X	Quema a cielo abierto de residuos incluida la quema de los vertederos

En el inventario de ejemplo número 7 se incluye un ejemplo de la elaboración del inventario de fuentes y una estimación de la liberación para este grupo de fuentes.

6a Quema de biomasa

Esta categoría incluye la quema de biomasa que se produce a cielo abierto. Incluye todos los incendios en los ecosistemas naturales y gestionados, incluyendo las selvas, los bosques, matorrales, pastizales, sabanas, plantaciones y todos los incendios en las tierras agrícolas. Esta sección no se ocupa de ningún proceso que convierta la biomasa en otras formas de energía tales como vapor y combustión controlada en dispositivos (estufas, hornos y calderas). Tales procesos se tratan en el Grupo 3 - Generación de energía y calor.

Los incendios en los ecosistemas naturales y gestionados incluyen los incendios forestales, independientemente de la fuente de ignición y todos los incendios llevados a cabo para el manejo de la tierra, incluida la reducción de combustible para la mitigación de incendios forestales, la gestión de la biodiversidad, la eliminación de la tala de bosques y la preparación del lecho de siembra seguido de la operación de tala, y la extracción de la biomasa forestal tras el desmonte de tierras para la conversión a la agricultura y otros usos de la tierra. Las fuentes de ignición incluyen rayos, incendios intencionales, igniciones accidentales (por ejemplo, cigarrillos encendidos, vidrio, soldadores, líneas de transmisión eléctrica) e igniciones autorizadas con fines administrativos. En el Kit de herramientas se utiliza una definición amplia de clase de bosque. Incluye selvas templadas y tropicales; bosques templados, boreales y de eucalipto; matorrales templados, tundra, turberas y plantaciones forestales.

Las sabanas arboladas y de pastizales son ecosistemas que comprenden bosques abiertos y claros dominados por un extenso sotobosque de gramíneas. El clima consiste en una breve estación húmeda y productiva, seguida de una larga sequía durante la cual las gramíneas envejecen y los combustibles se secan. El fuego es un componente esencial e integral de los ecosistemas, y los pueblos indígenas lo han utilizado tradicionalmente durante muchos milenios para gestionar sus fuentes de alimentos tanto animales como vegetales. (Russell-Smith y col. 2009a). El intervalo de retorno de fuegos en estas regiones es corto, por lo general menos de tres años (Archibald y col. 2010). Los incendios en estos ecosistemas comprenden la mayor proporción de superficie afectada por el incendio global anual (Gilio y col. 2006).

Los incendios también se utilizan comúnmente en la agricultura. Se practica la quema en el campo después de la cosecha para eliminar los residuos antes de la preparación del suelo y de la siembra, para controlar la maleza y liberar nutrientes para el próximo ciclo de cultivo. Sin embargo, también pueden tener efectos negativos en el suelo, por lo que esta práctica debe realizarse atinadamente. Se aplica ampliamente, pero no exclusivamente, en la producción de cereales (trigo, arroz, maíz y cereales secundarios) en muchas regiones. La quema antes de la cosecha se utiliza en algunos

cultivos, especialmente en la caña de azúcar, para eliminar los residuos y plagas y para facilitar la cosecha manual y mecánica.

Factores de emisión

Las emisiones de esta categoría de fuente variarán dependiendo de las condiciones ambientales atmosféricas, del tipo y estructura de combustible, y de la contaminación con precursores de PCDD / DFPC. Cuando los combustibles de biomasa están mojados o compactados, la eficiencia y temperatura de combustión son bajas y, en consecuencia, las emisiones de PCDD / DFPC son altas. También se supone que las emisiones de PCDD / DFPC son altas cuando se ha tratado a la biomasa con plaguicidas que actúan como precursores de PCDD / DFPC o como catalizadores para la formación de PCDD / DFPC. En estos casos se dice que se ha "afectado" la biomasa. Por otro lado, la quema de biomasa seca, virgen y pequeña se quema de manera eficiente y tiene pequeños factores de emisión.

Los factores de emisión de PCDD / DFPC se enumeran en el Cuadro II.6.3, y para BPC similar a la dioxina se enumeran en el Cuadro III.45.1 en el Anexo 45. También se puede encontrar información detallada sobre el cálculo de los factores de emisión por defecto en el Anexo 45. Los factores de emisión de PCDD / DFPC revisados o recientemente añadidos se destacan en rojo.

Orientación para clasificación de las fuentes

La Clase 1 incluye la quema a cielo abierto de biomasa agrícola en el campo en condiciones que pueden favorecer el aumento y la liberación de PCDD / DFPC. Aunque existen pocos datos experimentales, se supone que la aplicación previa de plaguicidas clorados en los cultivos podría aumentar la formación y liberación de PCDD / DFPC. Otros factores tales como las grandes pilas o materiales húmedos incluyen las condiciones desfavorables de quema. En general, la biomasa puede consistir en cereales, leguminosas oleaginosas o cultivos de fibra y se puede quemar como rastrojo, cortar y dejar en el campo o agrupados en montones. Potencialmente, esta clase incluye una amplia variación de intensidad de fuego, desde los relativamente fríos, los de baja intensidad con combustión lenta hasta los más calientes, de alta densidad con propagación rápida y combustión eficiente.

La Clase 2 implica el mismo tipo de biomasa y la geometría del combustible; sin embargo, las condiciones de combustible y de quema constituirán las mejores prácticas ambientales, tales como la ausencia de precursores u otras condiciones que favorecen la formación de PCDD / DFPC. Estos fuegos también varían de relativamente fríos a calientes.

La Clase 3 incluye la quema de caña de azúcar en el campo, previa a la cosecha. Se supone que las hojas se queman y los tallos se mantendrán en el campo para la cosecha, ya sea manual o a máquina. Estos incendios generalmente son intensos, de rápido movimiento y de duración relativamente corta.

La Clase 4 comprende todos los tipos de incendios forestales, incluidos aquellos en los que se queman árboles enteros, follaje y residuos arbóreos.

La Clase 5 incluye los incendios en las sabanas y pastizales. Los incendios en las sabanas con frecuencia consumen arbustos bajos, además de hierba y residuos arbóreos.

Cuadro II.6.3 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 6a - Quema de biomasa

6a	Quema de biomasa	Factores de emisión (µg EQT/t material quemado)				
	Clasificación	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Quema de residuos agrícolas en el campo, afectado, malas condiciones de quema	30	ND	10	NA	NA
2	Quema de residuos agrícolas en el campo, no afectado	0.5	ND	0,05	NA	NA
3	Quema de caña de azúcar	4	ND	0,05	NA	NA
4	Incendios forestales	1	ND	0,15	NA	NA
5	Incendios de pastizales y sabana	0.5	ND	0,15	NA	NA

Tasas de actividad

La actividad para esta categoría de la fuente es la masa de combustible consumido como toneladas de materia seca. No se dispone de datos nacionales de esta forma, y por lo tanto la actividad se calcula usando otra información, como el área total en cada clase de emisión multiplicada por la densidad del combustible (ej.: toneladas como materia seca consumida por hectárea quemada). La densidad del combustible se determina a partir de mediciones de la biomasa en la superficie del suelo de posibles clases de combustibles y la fracción de esta masa que se quema realmente. Por consiguiente, la densidad del combustible varía según la clase de vegetación, de incendio y la estación del año. En el Cuadro II.6.4. se presenta una recopilación de las densidades de combustible promedio para la mayoría de las clases de vegetación relevantes para las clases del Kit de herramientas.

La mejor fuente de información sobre dónde se dan los incendios en un país pueden ser los departamentos de bomberos. Los ministerios y las instituciones de investigación para la agricultura y los bosques pueden ser las mejores fuentes para estimar la biomasa que crece en una región determinada.

Algunos de estos datos se compilan en bases de datos internacionales, ej.: las estadísticas agrícolas de FAO que pueden brindar una fuente alternativa de datos de las actividades en ausencia de fuentes locales de fácil acceso. También hay recopilaciones internacionales publicadas de áreas afectadas por incendios que se pueden extraer de sensores remotos tanto como resúmenes regionales como de estadísticas espaciales detalladas (Van der Werf y col. 2006). Estas fuentes pueden servir como valiosos suplementos de las estadísticas nacionales y son útiles para la valoración de Aseguramiento de Calidad y Control de Calidad de estimaciones de emisiones de inventarios.

Para orientación, la información sobre la eficiencia de la quema para ecosistemas de quema para ecosistemas naturales como bosques y los principales cultivos en la agricultura en el Cuadro II.6.4. Este cuadro también da asesoramiento en cuanto al tipo de incendio.

Cuadro II.6.4 Resumen de la información sobre el combustible de biomasa consumido en incendios a cielo abierto (adaptado de IPPC 2006)

Ecosistema	Clase	Categoría del incendio	Quema de combustible (t dm/ha)
Ecosistemas naturales			

Enero de 2013

Bosque tropical	Primario		43
	Secundario		23
	Terciario		32
Boreal		Incendios forestales	21
		Incendio de superficie	3.2
		Tala luego de cosecha forestal	23
		Limpieza del suelo	52
Eucalyptus		Incendio forestal	33
		Prescribed fire	10
		Tala luego de cosecha forestal	115
		Limpieza del suelo	78
Otros bosques templados		Incendio forestal	11
		Tala luego de cosecha forestal	48
		Limpieza del suelo	25
Maquis			10
Sabana tropical	Bosque	Estación seca temprana	2.8
	Bosque	Estación seca tardía	4.2
Otra sabana	Bosques	Estación seca temprana	0.6
	Bosques	Estación seca tardía	2.4
Pastizales de sabana	Tropical/Subtropical	Estación seca temprana	1.6
	Tropical/Subtropical	Estación seca tardía	4.8
	Pradera	Estación seca tardía	3.5
	Temperatura tropical	Estación seca tardía	8.3
Otro ecosistemas naturales	Turbera		21
	Tundra		5
Sistemas agrícolas			
Trigo			3.6
Maiz			8
Arroz			4.4
Caña de azúcar			5.2

Recopilado de IPCC 2006 (Volumen 4, Capítulo 2, Cuadros 2.4 y 2.5) y Russell-Smith y col. 2009b.

El Cuadro II.6.4 debería suplementarse con la información específica disponible en cada país. A continuación se presentan algunos ejemplos de la cantidad de material que se espera que se afecte en un incendio de biomasa con base en el área de tierra involucrada.

En el RU los valores se derivan como sigue:

- Páramo de brezo – material consumido en incendios – 8 toneladas por hectárea.
- Bosques en RU – material consumido en incendios – 23 toneladas por hectárea.

Enero de 2013

Para estimar las liberaciones de PCDD/PCDF provenientes de los incendios de biomasa, los países tal vez quieran aplicar el esquema que se muestra para Francia – y ajustar las cifras según sus condiciones climáticas y vegetación. En el inventario francés se usaron los siguientes enfoques para estimar las emisiones de PCDD/PCDF provenientes de los incendios forestales (Béguier 2004):

- Los bosques/ la vegetación han sido clasificados según las zonas climáticas, lo que da zonas templadas y Mediterráneas (sur de Francia);
- En la zona templada, los bosques habitualmente tienen 20 kg de biomasa por metro cuadrado (20 kg/m²) correspondiendo a 200 t/ha. En la zona del Mediterraneo, la biomasa es 4 kg/m² o 40 t/ha;
- En la zona templada, como promedio se retira 20% de la vegetación con incendios, por lo que el combustible quemado es 40 t/ha. En la zona Mediterránea, los incendios son más eficientes con un promedio de 25% de la biomasa de superficie removida; por lo tanto, los incendios en el sur de Francia generan PCDD/PCDF proveniente de 10 t de biomasa por hectárea afectadas por el incendio.

Filipinas informa que como promedio se consumen 43 t/ha en incendios forestales en su región.

Las cargas de combustible para las cosechas se pueden estimar a partir de los datos de producción de los cultivos que se recogen regularmente y que son comunicados por las compañías agrícolas y organismos del sector. Para la quema de la caña de azúcar previo a la cosecha, se puede estimar la cantidad de biomasa quemada: se queman alrededor de 300 kg de biomasa por cada tonelada de azúcar que se produce (Choong Kwet Yive 2004).

Para quema posterior a la cosecha, los países del sureste asiático utilizaron la siguiente aproximación para estimar la masa de la paja de arroz quemada: los residuos de la cosecha de 25% w/w se generan del arroz. En otras palabras: se generan 250 kg de paja de arroz por tonelada de arroz (pulido) producido.

Nivel de confianza

6a	Quema de biomasa	Nivel de confianza	
Clasificación			
1	Quema de residuos agrícolas en el campo, afectado, malas condiciones de quema	Alto	El valor se extrapola del conocimiento común de los procesos
2	Quema de residuos agrícolas en el campo, <i>ej.</i> : cultivos de cereales, no afectado	Alto	Número relativamente grande de resultados congruentes en un rango estrecho, cobertura geográfica relativamente amplia
3	Quema de caña de azúcar	Medio	Relativamente muchos resultados consistentes publicados en la literatura arbitrada, el mayor rango de resultados dentro de esta subcategoría, rango geográfico limitado
4	Incendios forestales	Alto	Número relativamente grande de resultados congruentes en un rango

			estrecho, cobertura geográfica relativamente amplia
5	Incendios de pastizales y sabana	Medio	Número limitado de resultados muy consistentes, rango pequeño de resultados

6b Quema a cielo abierto de residuos e incendios accidentales

Esta categoría de la fuente incluye la combustión deliberada de materiales de residuos para eliminación donde no se usa horno o similar – por ejemplo, la quema de residuos domiciliarios y otros residuos en pilas a cielo abierto, la quema de residuos en vertederos – tanto deliberada como accidental, e incendios en edificios, automóviles y otros vehículos. En esta categoría de fuente no hay recuperación del contenido calorífico del combustible.

Al igual que sucede con las clases de fuentes bajo la categoría 6a, las emisiones no intencionales de COP en residuos sólidos como las cenizas de combustión son vistas como emisiones al suelo, más que una liberación a residuos, dado que las cenizas se eliminan en el suelo y habitualmente no se las recoge para una eliminación ulterior. Por lo tanto, para evitar el doble recuento, se presenta un valor de FE_{Suelo} en vez de FE_{Residuo} .

Factores de emisión

Se dispone de los factores de emisión para PCDD/PCDF para cinco clases, como se muestra en el Cuadro II.6.5. Los factores de emisión revisados o nuevos están destacados en rojo. En el Cuadro III.46.1 del Anexo 46 se enumeran los factores de emisión para PCB tipo dioxina. Asimismo, en el Anexo 46 se presenta información detallada de la forma en que se han derivado los factores de emisión por defecto, junto con una guía detallada sobre las tasas de actividad.

Orientación para clasificación de las fuentes

Clase 1 La Clase 1 se aplica a los incendios espontáneos o intencionales que ocurren en un repositorio de residuos urbanos o domésticos. Los residuos en esos emplazamientos a menudo pueden incluir los desechos de oficinas, pequeñas fábricas o talleres y restaurantes. En algunos casos, estos incendios tienen el propósito de reducir el volumen de residuos en el repositorio. Por lo general, los residuos tienen un contenido relativamente alto de carbono orgánico. El material combustible tiende a ser húmedo y a compactarse, y se quema mal y lentamente; de ahí que el factor de emisión sea superior que para la clase 3. Normalmente, la ignición se produce ya sea a partir de alguna chispa que se produce en la superficie, de la auto-ignición en el interior del cuerpo de los residuos o intencionalmente por razones de gestión. Cabe señalar que los incendios de este tipo son muy poco frecuentes en los rellenos sanitarios con ingeniería moderna, particularmente aquellos con compactación, cobertura diaria del suelo, el reciclaje del agua de escorrentía o lixiviación y de recolección de gas de rellenos sanitarios.

Clase 2 comprende los incendios accidentales que involucran edificios, como viviendas y fábricas. En consecuencia, los factores de emisión se deben dar por evento y dependen en gran medida de los materiales quemados y de la naturaleza del incendio. Existe poca información sobre las emisiones procedentes de estos incendios y se da una única cifra indicativa para cubrir todos los incendios accidentales, excluidos los de vehículos. Los incendios de origen químico pueden provocar

Enero de 2013

liberaciones elevadísimas cuando están involucrados ciertos precursores químicos. Sin embargo, no existe información suficiente para evaluar las liberaciones derivadas de incendios de sustancias químicas como una categoría aparte, por lo que esas emisiones se incluyen en esta clase de incendios accidentales. Cabe señalar que los incidentes específicos pueden dar lugar a contaminación local y posibles "puntos calientes".

Clase 3 incluye la quema de residuos domésticos en pilas abiertas, hoyos, barriles, sin controles de contaminación. Los residuos se caracterizan típicamente por tener una gran fracción de residuos orgánicos/agrícolas y por estar dispuestos de una forma muy dispersa (no compactada).

Clase 4. Comprende los incendios que implican automóviles y otros vehículos. Hay poca información para derivar los factores de emisión para este tipo de eventos y los vehículos involucrados pueden variar considerablemente, por lo que se espera que las emisiones varíen también. En consecuencia, los factores de emisión que se muestran son sólo cálculos aproximados.

Clase 5 comprende quema a cielo abierto de la madera y otros materiales utilizados en la construcción y que quedan como remanentes después de una demolición. Esa madera puede ser pintada o tratada con conservantes y plásticos, incluido el PVC, o puede estar presente en los otros materiales quemados.

Cuadro II.6.5 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 6b Quema a cielo abierto de residuos e incendios accidentales

6b	Quema a cielo abierto de residuos e incendios accidentales	Factores de emisión (µg EQT/t material quemado)				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Incendios en vertederos (alto contenido de carbono orgánico compactado, húmedo,)	300	ND	10*	NA	NA
2	Incendios accidentales en casas, fábricas	400	ND	400	NA	NA
3	Quema a cielo abierto de residuos domiciliarios	40	ND	1*	NA	NA
4	Incendios accidentales en vehículos (µg EQT por vehículo)	100	ND	18	NA	NA
5	Quema a cielo abierto de madera (construcción/demolición)	60	10	10	NA	NA

* Con base en unas pocas mediciones de campo y concordante con la quema de biomasa EF_{Suelo} donde la liberación en las cenizas es de 5%-10% de la EF_{Aire} .

Nivel de confianza

A través de estudios recientes, se ha generado más información, entre la que se incluyen resultados de países en desarrollo, que apuntan a generar factores de emisión más próximos a las situaciones reales de los países. Estos estudios y resultados cubren un área geográfica más amplia que antes, y han sido publicados en literatura arbitrada. Por otro lado, todavía es preciso hacer extrapolaciones para estimar la actividad y los procesos, que no son estables – especialmente para la categoría de la

fuentes 6b. Por lo tanto, si bien los estudios son de buena calidad científica, los resultados están dispersos debido a la gran heterogeneidad de los procesos, combustibles, y otras variables.

Se ha desarrollado un enfoque práctico para que quienes elaboren el inventario puedan caracterizar mejor la tasa de actividad, es decir, estimar la masa de residuos que se queman a cielo abierto. El nuevo método se presenta en el Anexo 46.

6b	Quema a cielo abierto de residuos e incendios accidentales	Nivel de confianza	
	Clasificación		
1	Incendios en vertederos (alto contenido de C _{org} compactado, húmedo,)	Mediano	Pocos estudios, consistentemente un amplio espectro de resultados, publicados en literatura arbitrada
2	Incendios accidentales en casas, fábricas	Bajo	Muy pocos resultados, amplia gama de datos; el proceso no es estable
3	Quema a cielo abierto de residuos domiciliarios	Mediano	Pocos estudios, consistentemente un amplio espectro de resultados, en un área geográfica relativamente grande, publicados en literatura arbitrada
4	Incendios accidentales en vehículos (µg EQT por vehículo)	Bajo	Muy pocos estudios con datos consistentes; el proceso no es estable
5	Quema a cielo abierto de madera (construcción/demolición)	Bajo	El valor se extrapola del conocimiento común de los procesos

7 – Producción y uso de productos químicos y artículos de consumo

Este grupo de fuentes se refiere a los productos químicos y artículos de consumo asociados a la posible formación y liberación de PCDD/PCDF durante su producción y/o uso. La formación de PCDD/PCDF tiene lugar en los procesos que involucran alguna forma de cloro. Sin embargo, se puede encontrar PCDD/PCDF en otros procesos en los que se usan materiales y material prima contaminados con PCDD/PCDF. Si bien no se dispone de una valoración general, se estima que la producción de productos químicos es responsable de 34% de las liberaciones totales de PCDD/PCDF en la Unión Europea, con una fuerte tendencia decreciente (BiPRO 2005).

Se pueden encontrar descripciones detalladas de los procesos de producción de algunos productos químicos y artículos de consumo en las Guías MTD y MPA, en particular, Sección VI.F. – Procesos Específicos de producción de productos químicos que liberan productos químicos enumerados en el Anexo C, Sección V.C - Producción de celulosa usando cloro elemental o productos químicos que generan cloro elemental, y la Sección VI.J – Tintura de textiles y cuero (con Cloranilo) y Acabado (con Extracción alcalina).

Además de los productos químicos referidos en el Grupo de fuentes 7, se ha descrito que otros productos químicos y artículos de consumo contienen PCDD/PCDF o liberan PCDD/PCDF a la atmósfera, agua, o residuos de sus procesos de producción y/o su uso. En el Anexo 2 “Guías para la identificación de fuentes de PCDD/PCDF” se presenta información sobre estas fuentes que no están incluidas en el Grupo de fuentes.

Enero de 2013

Como se muestra en el Cuadro II.7.1, la producción y el uso de productos químicos y artículos de consumo se dividen en ocho Categorías de fuentes que tienen el potencial de liberar PCDD/PCDF a la atmósfera, agua, suelo, residuos y productos.

Cuadro II.7.1 Reseña general de las categorías de las fuentes incluidas en el grupo 7 - Producción y uso de productos químicos y artículos de consumo

7 - Producción y uso de productos químicos y artículos de consumo		Posible vía de liberación				
Categoría de fuentes		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
7a	Producción de celulosa y papel	x	x		x	x
7b	Sustancias químicas inorgánicas cloradas	x	X		X	X
7c	Sustancias químicas alifáticas cloradas	x	X	(x)	X	X
7d	Sustancias químicas aromáticas cloradas	x	X	(x)	X	X
7e	Otras sustancias químicas cloradas y no cloradas	x	X	(x)	X	X
7f	Producción de petróleo	x				x
7g	Producción textil		x		x	x
7h	Refinado del cuero		x		x	x

En cuanto a las disposiciones en el Artículo 5, las fuentes en esta categoría se pueden clasificar de la siguiente manera:

Cuadro II.7.2. Pertinente al Artículo 5, Anexo C del Convenio de Estocolmo

No	Categoría de la fuente en el Kit de herramientas	Parte II	Parte III	Categoría de la fuente pertinente en el Anexo C
7a	Producción de celulosa y papel	X		Producción de pasta de celulosa que usa cloro elemental o productos químicos que generan cloro elemental para el blanqueado
7b	Sustancias químicas inorgánicas cloradas		X	Procesos específicos de producción de productos químicos que liberan contaminantes orgánicos persistentes no intencionalmente, especialmente la producción de clorofenoles y cloranilo
7c	Sustancias químicas alifáticas cloradas		X	Procesos específicos de producción de productos químicos que liberan contaminantes orgánicos persistentes no intencionalmente, especialmente la producción de clorofenoles y cloranilo

7d	Sustancias químicas aromáticas cloradas		X	Procesos específicos de producción de productos químicos que liberan contaminantes orgánicos persistentes no intencionalmente, especialmente la producción de clorofenoles y cloranilo
7e	Otras sustancias químicas cloradas y no cloradas		X	Procesos específicos de producción de productos químicos que liberan contaminantes orgánicos persistentes no intencionalmente, especialmente la producción de clorofenoles y cloranilo
7g	Producción textil		X	Tintura de textiles y cueros (con cloranil) y su acabado (con extracción alcalina)
7h	Refinado del cuero		X	Tintura de textiles y cueros (con cloranil) y su acabado (con extracción alcalina)

En el inventario de ejemplo 8 se presenta un ejemplo de cómo elaborar un inventario de fuentes y una estimación de liberaciones para este grupo de fuentes.

Tasas de actividad

En general, las tasas de actividad para las Categorías de fuentes, clases y subclases en el Grupo de fuentes 7 se puede determinar consultando fuentes como las siguientes:

- Estadísticas nacionales, regionales y mundiales sobre la producción y el uso de artículos de consumo y productos químicos, incluyendo plaguicidas y el uso de plaguicidas;
- Consorcios de investigación tales como CMAI y SRI Consulting, <http://chemical.ihs.com/>, ICIS Chemical Business, <http://www.icis.com/>, y Nexant, <http://www.chemsystems.com/>, que recopilan informes muy completos sobre la producción y los productores de productos químicos y artículos de consumo a nivel mundial, regional y nacional;
- Asociaciones nacionales, regionales y mundiales de fabricantes y usuarios de productos químicos y artículos de consumo;
- Revistas y publicaciones especializadas en la industria; y
- Cuestionarios a instalaciones donde se producen productos químicos y artículos de consumo.

En el Capítulo 2.3 se presenta un método alternativo para determinar las tasas de producción que usa la capacidad de la ficha de identificación y el Factor de Utilización de Capacidad (CUF, por su sigla en inglés).

7a Celulosa y producción de papel

Entre los materiales de insumo para la producción de celulosa se incluyen la madera y materiales que no son madera, tales como paja de trigo, juncos, y bambú. A continuación se enumeran los principales tipos de plantas de celulosa y papeleras (EC 2001):

- Las plantas de Kraft o celulosa y papeleras con procesos que utilizan sulfato son responsables de alrededor del 80% de la producción mundial de celulosa;
- Las plantas de producción de celulosa y papel que usan sulfito son responsables de alrededor del 10% de la producción mundial;
- Las plantas de producción de celulosa y papel mecánicas; y
- Plantas papeleras de fibra reciclada.

Los procesos de producción de celulosa y papel pueden liberar PCDD/PCDF a estos vectores:

- Emisiones atmosféricas provenientes de la generación de energía⁹;
- Emisiones al agua en los efluentes de tratamiento de aguas residuales;
- Emisiones a residuos como lodo de tratamiento de aguas residuales y cenizas o fundiciones; y
- Liberaciones a productos – celulosa y papel.

En términos generales, el proceso de producción de papel, cartón y cartulina consiste en tres pasos: producción de la pasta de celulosa, procesamiento de la celulosa, y producción de papel/cartón. Puede encontrar una descripción detallada del proceso en las Directrices MTD y MPA.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para la producción en la planta de calor/energía aparecen enumerados en el Cuadro II.7.3, y los otros dos procesos de producción de celulosa o papel se presentan según el tipo de actividad en las Cuadros II.7.4 y II.7.5. Los factores de emisión revisados o recién agregados están destacados en rojo. Por más detalles sobre la forma de derivar los factores de emisión referirse al Anexo 47.

Gías para la clasificación de las fuentes

Las calderas para la generación de calor o energía para la producción de celulos y papel que funcionan en situ se clasifican como sigue:

Clase 1 Calderas de recuperación alimentadas con licor negro o licor negro/biolodo (para lodo para la tecnología moderna de blanqueo)¹⁰;

Clase 2 Calderas para producción de energía alimentadas con lodo y biomasa/corteza;

Clase 3 Calderas para producción de energía alimentadas con madera impregnada de sal.

Los procesos para producir pasta de celulosa y papel se clasifican en las siguientes clases:

⁹ Algunos hornos de cal (ver el grupo de fuentes 4), tanques de solución en plantas de producción de Kraft, y de cualquier incinerador *en situ* para eliminación del lodo y otros residuos no utilizados como combustibles para energía o calderas auxiliares.

¹⁰ En algunas plantas de pasta de celulosa, el biolodo se mezcla con licor negro y se lo quema en una caldera de recuperación en una proporción muy baja (La Fond y col. 1997, Van Heiningen y Blackwell 1995).

Enero de 2013

Clase 1 las instalaciones que usan el proceso Kraft para reducir a pulpa fibras no provenientes de madera potencialmente contaminadas con PCP y blanqueador con Cl_2 .

Clase 2 las instalaciones que usan el proceso Kraft para reducir a pulpa fibras que no contienen PCP y que blanquean con Cl_2 .

Clase 3 las instalaciones que usan el proceso Kraft para reducir a pulpa y blanquear primero con Cl_2 , seguido de tecnologías de blanqueo que no usan cloro.

Clase 4 las instalaciones que usan el proceso con sulfito para reducir a pulpa y blanquean con Cl_2 .

Clase 5 las instalaciones que usan el proceso Kraft para reducir a pulpa y blanquear con dióxido de cloro (ClO_2).

Clase 6 las instalaciones que usan el proceso del sulfito para reducir a pulpa y blanquear con ClO_2 o con tecnologías totalmente libres de cloro (TCF).

Clase 7 las instalaciones que usan procesos termoeléctricos para producir pasta de celulosa y blanqueo utilizando métodos que conservan la lignina que usan ditionita de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), agua oxigenada (H_2O_2) o una mezcla de estos dos productos químicos.

Clase 8 las instalaciones donde se recicla papel proveniente de residuos contaminados – papel hecho de celulosa producida en instalaciones que van desde Clase 1 a Clase 4.

Clase 9 las instalaciones donde se recicla papel proveniente de papel moderno – papel obtenido a partir de celulosa producida en instalaciones que van desde Clase 5 a Clase 7.

Para ayudar a estimar las emisiones de PCDD/PCDF, se dan los valores de PCDD/PCDF en términos de toneladas de pasta de celulosa y papel secados al aire producidos (ADt), con pasta de celulosa con una sequedad del 90% y papel como papel terminado, que habitualmente tiene una sequedad de 94-96%. También se presentan las concentraciones de PCDD/PCDF típicas en efluentes, residuos y productos para usar cuando no se dispone de información sobre la producción masiva. Los factores de emisión para todas las plantas de fibra de madera (clases 2-7) se basan en el supuesto que dichas plantas tienen instalaciones que hacen el tratamiento de las aguas residuales que producen lodo y efluentes bajos en sólidos suspendidos.

Cuadro II.7.3 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 7a Calderas para producción de energía en la industria de celulosa y papel

7a	Producción de celulosa y papel	EF _{Aire} µg EQT/ADt ^A	EF _{Residuo} µg EQT/t ash ^B
Clasificación			
1	Calderas para recuperación alimentadas con licor negro	0,03	ND
2	Calderas para producción de energía alimentadas con lodo y/o biomasa/corteza	0.5	5
3	Calderas para producción de energía alimentadas con madera impregnada en sal	13	228

^A Toneladas secadas al aire

^B Ceniza depositada o Ceniza depositada más Ceniza volante

Enero de 2013

Cuadro II.7.4 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 7a Efluente de aguas residuales de la producción de celulosa y papel y lodos de celulosa

7a	Celulosa y Papel Producción	EF _{Agua} Efluente de aguas residuales		EF _{Residuo} Lodo	
		µg EQT/ ADt celulosa	pg EQT/L	µg EQT/ ADt celulosa	µg EQT/t Lodo
1	Proceso Kraft, Cl ₂ , fibras no de madera contaminadas con PCP	ND	300*	ND	ND
2	Proceso Kraft, Cl ₂	4.5	70	4.5	100
3	Tecnología mixta (Cl ₂ parcialmente en el primer paso, seguida de blanqueo sin cloro)	1.0	15	1.5	30
4	Proceso que usa sulfito, Cl ₂	ND	ND	ND	ND
5	Proceso Kraft, ClO ₂	0,06	2	0,2	10
6	Proceso que usa sulfito, ya sea con ClO ₂ o totalmente libre de cloro (TCF)	ND	ND	ND	ND
7	Proceso termomecánico, tratamiento químico que preserva la lignina	ND	ND	ND	ND
8	Reciclaje de papel a partir de papel de desecho contaminado	ND	30**	ND	ND
9	Reciclado de papel con papel moderno	ND	ND	ND	ND

* Efluente crudo

** Agua residual del sistema de destintado

Cuadro II.7.5 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 7a Productos de celulosa y papel

7a	Celulosa y Papel Producción	EF _{Producto} µg EQT/t producto
Clasificación		
1	Proceso Kraft, Cl ₂ , fibras no de madera contaminadas con PCP	30
2	Proceso Kraft, Cl ₂	10
3	Tecnología mixta (Cl ₂ parcialmente en el primer paso, seguido de blanqueo sin cloro)	3
4	Proceso que usa sulfito, Cl ₂	1
5	Proceso Kraft, ClO ₂	0.5
6	Proceso que usa sulfito, ya sea ClO ₂ o totalmente libre de cloro (TCF)	0,1
7	Proceso termomecánico, tratamiento químico que conserva lignina	1
8	Reciclaje de papel a partir de papel de desecho contaminado	10
9	Reciclaje de papel a partir de papel moderno	3

Nivel de confianza

Los factores de emisión para esta categoría de fuente se asocian con un nivel de confianza mediano para todas las clases, ya que están basados en unos pocos datos comunicados a partir de una serie acotada de experimentos con una cobertura geográfica limitada, pero que no requieren del criterio de ningún perito.

7b Productos químicos inórganoclorados

Para los grupos 7b al 7h, deberían aplicarse las siguientes definiciones de clases:

Orientación para clasificación de las fuentes

Tecnologías simples: Sin información disponible, o los procesos (reacciones, pasos de purificación y tratamiento de residuos y agua residual) no se controlan con respecto a la formación de PCDD/PCDF u otros COP no intencionales. Los materiales químicos, emisiones aéreas, agua residual, residuos y productos no se monitorean para PCDD/PCDF, otros COP no intencionales o sustancias indicadoras

Tecnologías intermedias: Los procesos (reacciones y pasos de purificación incluyendo la prevención medidas integradas al proceso y producción y manejo de residuos y aguas residuales) se controlan hasta cierto punto para limitar las liberaciones. Los parámetros de estos procesos (por ej. material, temperatura; presencia o uso de cloro en alguna forma y si se utiliza, su concentración) también se controlan para reducir la formación y liberación no intencional de COP. Los insumos del proceso y emisiones al aire, agua residual, residuos y productos, se monitorean en cierta medida para PCDD/PCDF, u otros COP no intencionales o sustancias indicadoras.

Tecnologías complejas: Los procesos (reacciones y pasos de purificación incluyendo la prevención por medidas integradas al proceso y producción y tratamiento de aguas residuales y residuos), se optimizan para lograr emisiones bajas o ninguna emisión. Los parámetros de estos procesos (por ej. material, temperatura; presencia o uso de cloro en alguna forma y, si se utiliza, su concentración) se optimizan para una mínima formación y liberación de COP no intencionales. Los productos o subproductos químicos, emisiones aéreas, aguas residuales y residuos, se monitorean para PCDD/PCDF, otros COP no intencionales y sustancias indicadoras. Se utiliza un paso de refinación donde es apropiado, para minimizar los COP no intencionales en el producto o sub-producto químico. Los residuos del proceso deberían manejarse en una forma ambientalmente adecuada, como se describe en las guías sobre MTD y MPA.

Cloro elemental (Cl₂)

La producción de Cl₂ (CAS 7782-50-5) es el primer paso en la producción de productos químicos y artículos de consumo que contienen cloro, así como aquellos para cuya producción se utiliza alguna forma de cloro. La producción global de Cl₂ se estimó en 81.2 millones de toneladas por año en 2012 (CMAI 2011a) y sus usos, a nivel mundial, son los siguientes (Beal y Linak, 2011):

- Casi 35% se utiliza en la cadena de producción de EDC/VCM/PVC- producción de dicloruro de etileno (EDC), que se utiliza para producir cloruro de vinilo (VCM) , que se polimeriza para producir cloruro de polivinilo (PVC);
- 15% se utiliza para la manufactura de isocianatos y óxido de propileno, que son la base del poliuretano;
- 20% se usa para producir otros derivados orgánicos;

- 20% se usa en la producción de productos químicos inorgánicos y
- El restante 10% se utiliza en una variedad de procesos, tales como el tratamiento de agua y agua residual.

Los usos de Cl_2 varían mucho entre países y regiones. En el proceso cloro-álcali, el Cl_2 y la soda caustica [hidróxido de sodio (NaOH)] se producen en una relación de masa de 1:1.1 por la electrolisis de salmuera (cloruro de sodio). Los factores que pueden influir sobre la formación y liberación de PCDD/PCDF en el proceso cloro-álcali incluyen el diseño del proceso y el contacto directo del Cl_2 con los materiales reactivos, tales como electrodos de grafito, y algunos sellos, tapones, lubricantes, etc.

Los electrodos hechos de grafito, una forma de carbón elemental que a menudo incluyen brea como alquitrán aglutinante, se utilizaron ampliamente en la década de 1970, cuando en muchos países fueron remplazados por electrodos de titanio. Debido en parte a su contribución a la formación y liberación de PCDD/PCDF, los electrodos de grafito no se consideran una Mejor Técnica Disponible (MTD o BAT, por su sigla en inglés). Datos limitados muestran que pueden formarse niveles mucho menores de PCDF cuando se utilizan electrodos de titanio, quizás mediante reacciones del cloro elemental con tapones y sellos reactivos (USEPA 2004).

Se presentan descripciones más detalladas de los tres principales procesos cloro-álcali en las Guías MTD y MPA.

Factores de emisión

Se derivan factores de emisión para cuatro clases de producción de Cl_2 por medio del proceso cloro-álcali: una clase que usa electrodos de grafito sin tomar en cuenta los estándares de equipo y operativos y tres clases que usan electrodos de titanio. Los factores de emisión revisados o recientemente agregados se señalan en rojo

Cuadro II.7.6 Factores de emisión de PCDD/PCDF para las categorías de la fuente 7b. Producción de Cloro elemental

7a	Cloro elemental (Cl_2)	Factores de emisión (μg EQT/ECU [*])				
	Clasificación	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1.	Producción de cloro /cloro-álcali usando electrodos de grafito	ND	ND	ND	ND	20.000 μg EQT/t lodo 1.000 μg EQT/ECU
2.	Producción de cloro/cloro-álcali usando electrodos de titanio					
2a	Tecnologías simples	ND	17	ND	ND	27
2b	Tecnologías intermedias	ND	1.7 120 μg EQT/L	ND	ND	1.7
2c	Tecnologías complejas	ND	0,002	ND	ND	0,3

* La unidad electroquímica (ECU) consiste de una tonelada de cloro y 1.1 toneladas de soda cáustica (NaOH)

Nivel de confianza

Los factores de emisión en esta sección se asocian a un bajo nivel de confianza para todas las clases dado que se basan en un bajo rango de datos con una limitada cobertura geográfica.

7c Productos químicos alifáticos clorados

Dicloruro de etileno (EDC) Monómero de Cloruro de Vinilo (VCM) y Cloruro de Polivinilo (PVC)

Aproximadamente 35% de la producción global de cloro elemental se consume en la producción de dicloruro de etileno (EDC) (CAS 107-06-2), monómero de cloruro de vinilo (VCM) (CAS 75-01-4) y cloruro de polivinilo (PVC) (CAS 9002-86-2) (Beal y Linak 2011). El EDC se usa casi exclusivamente para la producción de VCM y el VCM se usa casi exclusivamente en la producción de resina de PVC (Nexant 2009). En 2009, la producción mundial de PVC se estimó en 32.3 millones de toneladas por año (GBI 2011).

El PVC se produce por dos vías principales:

- La cadena de producción de EDC/VCM/PVC usa etileno derivado del petróleo o gas natural como su material primario, y es responsable de aproximadamente dos tercios de la producción global de PVC; y
- La cadena de producción de acetileno/ VCM/PVC que utiliza acetileno derivado de carbón como material primario y es responsable del tercio restante de la producción global de PVC (CMAI 2011b).

La cadena de producción de EDC/VCM/PVC consiste de cinco procesos principales:

1. Producción de EDC
 - a. Cloración directa del etileno utilizando cloro elemental en presencia de un catalizador de hierro; y/o
 - b. Oxidación del etileno utilizando cloruro de hidrógeno (HCl) y aire u oxígeno en presencia de un catalizador de cobre;
2. Purificación de EDC;
3. Producción de VCM vía craqueo térmico de EDC, que también produce HCl que puede reciclarse en el proceso de oxidación;
4. Purificación de VCM; y
5. Producción de PVC vía polimerización de VCM.

La oxidación del etileno para producir EDC se ha descrito como el paso de proceso más favorable en la industria química para la formación de PCDD/PCDF (PNUMA 2005). Sin embargo, PCDD/PCDF también ocurren en otros procesos de la cadena de producción de EDC/VCM/PVC (Weiss y Kandle 2006).

Dentro de la cadena de EDC/VCM/PVC, la mayor producción de EDC es una mezcla balanceada de cloración y oxidación, aunque algunos emplazamientos tienen solamente cloración, o están sobre-representados para la oxidación. La mayor parte de la producción de EDC se integra con la producción de VCM en el mismo emplazamiento. Sin embargo, algunos locales producen solamente

Enero de 2013

EDC y lo envían a otros lugares, y quizás aún más frecuentemente, las instalaciones de producción de VCM envían su VCM a otro emplazamiento para la polimerización en PVC. Se puede liberar PCDD/PCDF a uno más vectores a partir de la producción de EDC, VCM y PVC, como se detalla en el Anexo 48.

La cadena de producción de acetileno/VCM/PVC incluye los siguientes procesos principales:

1. Producción de VCM vía la reacción de acetileno con HCl en presencia de un catalizador de cloro mercurio
2. Purificación de VCM; y
3. Polimerización de VCM para formar PVC.

La cadena de producción de acetileno/VCM/PVC se utiliza mucho en China, donde es responsable por el 81% de la capacidad total de producción de PVC (CMAI 2011b). Hay poca información disponible sobre las liberaciones de PCDD/PCDF desde su cadena de producción, más allá de datos limitados sobre producción de acetileno (Lee y col. 2009, Jin y col. 2009) y en lodos de tratamiento de aguas residuales (USEPA 2000). Una descripción más detallada de los procesos de producción de EDC, VCM y PVC se presenta en el Anexo 48 y en la Guía de MTD y MPA.

Factores de emisión

Los factores de emisión para la producción de EDC, VCM y PVC se presentan en las Cuadros II.7.7-II.7.10, de acuerdo a cuatro tipos de locales: instalaciones de EDC/VCM/PVC, instalaciones de EDC/VCM, instalaciones solamente de EDC e instalaciones solamente de PVC. Los factores de emisión revisados o recientemente agregados se señalan en rojo.

La derivación de factores de emisión presentados en las Cuadros II.7.7-II.7.10 se explica en el Anexo 48. A medida que las partes e instalaciones evalúan sus operaciones, deberían notar que cualquier local puede tener una mezcla de clases de operación. En general, se deberían requerir datos analíticos para apoyar la afirmación de clase 3.

Para incineradores de residuos peligrosos in situ y calderas utilizadas para generar calor y energía, debería recogerse información relevante e incluirla en el Grupo de Fuente 1- Incineración de residuos y el Grupo de Fuente 3- Generación de Energía y Calefacción, respectivamente.

Cuadro II.7.7 Factores de emisión de PCDD/PCDF (EF_{Air}) para la categoría de la fuente 7c Producción de EDC/VCM/PVC: Vertidos a la atmósfera de sistemas de combustión con ventilación y ventilación y líquido u oxidantes térmicos y Hornos halógenos

7c Producción de EDC/VCM/PVC	Cámaras de combustión con ventilación y ventilación y líquido u oxidantes térmicos EDC, EDC/VCM y EDC/VCM/PVC		Cámaras de combustión de PVC solo ¹¹ con ventilación u oxidantes térmicos		Hornos halógenos
		Concent.de los gases de		Concent.de los gases de	Concent.de los gases de

¹¹ Tal como se lo utiliza aquí, el término "solo PVC" se refiere a las instalaciones que polimerizan VCM recibidos de otras fuentes.

Clasificación	µg EQT/t VCM	combustión ng EQT/ Nm ³	µg EQT/t PVC	combustión ng EQT/ Nm ³	combustión ng EQT/ Nm ³
1. Tecnologías simples	5	5	1	1	0,5
2. Tecnologías intermedias	0,5	0,5	0,1	0,1	0,06
3. Tecnologías complejas	0,05	0,1	0,02	0,02	0,02

Cuadro II.7.8 Factores de emisión de PCDD/PCDF (EF_{Agua}) para la categoría de la fuente 7c
Producción de EDC/VCM/PVC: Liberaciones al agua a través de efluentes de aguas residuales

7c Producción EDC, VCM, y PVC	Producción de EDC, EDC/VCM y EDC/VCM/PVC de emplazamientos con reactores de oxícloración ^A		Suspensión, Dispersión o Emulsión Solo PVC	
		Concentración		Concentración
Clasificación	µg EQT/t EDC	ng EQT/L efluente	µg EQT/t PVC	ng EQT/L efluente
1. Tecnologías simples	25	5	0,03	0,01
2. Tecnologías intermedias	2.5	0.5	0,003	0,001
3. Tecnologías complejas	0.5	0,1	0,0003	0,0001

^A Supone un proceso equilibrado o casi equilibrado de cloración directa-oxícloración. Las plantas que operan por cloración directa son solo ND

Cuadro II.7.9 Factores de emisión de PCDD/PCDF (EF_{Residuo}) para la categoría de la fuente 7c
Producción de EDC/VCM/PVC: Vertidos a Residuos

7c Producción de EDC, VCM y PVC	Plantas de EDC, EDC/VCM, y EDC/VCM/PVC µg EQT/t EDC de emplazamientos con reactores de oxícloración ^A		Solo PVC µg EQT/t PVC	
	Sólidos del tratamiento de aguas residuales	Catalizador gastado	Sólidos del tratamiento de aguas residuales	
Clasificación	Lecho fijo ^B	Lecho fluidificado ^C	Lecho fijo ^B	
1. Tecnologías simples	0.75	4	8	0,095
2. Tecnologías intermedias	0,2	2	0.85	0,06
3a. Tecnologías complejas (si se incineran sólidos)	NA			
3b. Tecnologías complejas (si no se incineran sólidos)	0,095	0,4	0,02	0,005

^A Supone un proceso equilibrado o casi equilibrado de cloración directa-oxícloración. Las plantas que operan por cloración directa son solo ND.

^B Sólidos derivados de una planta de EDC que utiliza un catalizador de oxícloración de lecho fijo

^C Sólidos derivados de una planta de EDC que utiliza un catalizador de oxícloración de lecho fluidificado

**Cuadro II.7.10 Factores de emisión de PCDD/PCDF (EF_{Producto}) para la categoría de la fuente 7c
Producción de EDC/VCM/PVC: Emisiones a productos**

7c Producción de EDC, VCM y PVC	$\mu\text{g EQT/t EDC, VCM o PVC vendido}$			
	EDC		VCM	PVC
Clasificación	Producido por oxícloración o cloración directa y oxícloración	Producido solo por cloración directa		
1. Tecnologías simples	2	ND	NA	ND
2. Tecnologías intermedias	0,2	ND	NA	ND
3. Tecnologías complejas	0,006	ND	NA	NA

Nivel de confianza

Los factores de emisión en esta categoría de la fuente se asocian con un nivel de confianza bajo para todas las clases, ya que los factores de emisión se basan en un rango bajo de datos derivados de una cobertura geográfica limitada.

7d Productos químicos aromáticos clorados

Clorobencenos

Los clorobencenos se producen comercialmente haciendo reaccionar el Cl_2 con benceno líquido en presencia de un catalizador como el cloruro férrico (FeCl_3). Los productos predominantes de esta reacción son clorobenceno, HCl, 1,2-diclorobenceno (o-diclorobenceno) (CAS 95-50-1) y 1,4-diclorobenceno (p-diclorobenceno) (CAS 106-46-7). A medida que continúa este proceso de cloración directa, se forman 1,2,4-triclorobenceno (CAS 120-82-1), otros tri-, tetra-, y pentaclorobencenos, y, finalmente, hexaclorobenceno. Se estima que la producción mundial total de clorobencenos en 2003 fue de 640.000 toneladas (China Chemical Reporter 2004).

Para 1,4-diclorobenceno, el mayor uso puede corresponder a la producción de poli (p-fenileno) sulfuro, un polímero termoplástico ampliamente utilizado debido a su resistencia a los ataques químicos y térmicos. También se lo utiliza como insecticida para controlar polillas, mohos, mildiú, y como desinfectante y agente de control de olores en recipientes de residuos y baños (Rossberg y col. 2006).

Factores de emisión

En el Cuadro II.7.11 se muestra un factor de emisión por defecto para 1,4-Diclorobenceno, y en el Anexo 48 se presentan más detalles sobre su derivación.

Cuadro II.7.11 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la la fuente de la categoría 7d de la Producción de Clorobenceno

7d	Producción de Clorobenceno	Factores de emisión ($\mu\text{g EQT/t de producto}$)				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	1,4-Diclorobenceno (1,4-DCB, p-diclorobenceno o p-DCB)	ND	ND	NA	39	ND

Nivel de confianza

El factor de emisión está asociado con un nivel medio de confianza, ya que se basa en un rango de datos bajo; no se basa en la opinión de expertos, sino que se deriva de una cobertura geográfica limitada.

Bifenilos policlorados (PCBs)

Se estima que la producción mundial total de PCB es 1,3 a 2 millones de toneladas (Breivik y col. 2002, Fiedler 2001). Los PCB han sido utilizados para una amplia gama de aplicaciones cerradas (transformadores, capacitadores) y aplicaciones abiertas (sellantes, calafateo, papel de autocopiado sin carbónico, plastificadores en pinturas y cementos, agentes moldeantes, retardante de llama en tela y aditivos estabilizantes térmicos para el aislamiento eléctrico de PVC, adhesivos, durmientes de ferrocarril) (Erickson y Kaley 2011). Pese a que la producción de PCB cesó en la década de 1980, se sigue usando mucho equipamiento que contiene PCB, se utilizan materiales que contienen PCB y hay residuos de PCB que aun están a la espera de su eliminación.

Los PCDD/PCDF en los PCB comerciales consisten fundamentalmente en PCDF en el rango de $\mu\text{g/kg}$ a mg/kg , junto con concentraciones bajas de PCDD (Takasuga y col. 2005, Huang y col. 2011, Johnson y col. 2008, Wakimoto y col. 1988). La producción mundial de 1,3 y 2 millones de toneladas de PCB contenía aproximadamente 10.400 a 16.000 kg OMS - EQT principalmente de los PCB similares a las dioxinas (Weber y col. 2008). No se sabe mucho cuáles son las concentraciones de PCDD/PCDF usadas en los PCB. Se cuenta con datos limitados de los niveles de PCDF utilizados en PCB, lo que indica que, para los transformadores, los niveles podrían ser similares a los encontrados en los PCB usados (Huang y col. 2011, Masuda y col. 1986). Como se muestra en el Cuadro II.10.1, la contribución de EQT tipo dioxina proveniente del PCDF en PCB técnicos es normalmente inferior al 10%. Cuando los PCB comerciales se someten a temperaturas elevadas, las concentraciones de PCDD / PCDF aumentan, como se documentara para los fluidos de intercambio de calor en el incidente de Yusho, donde los niveles de PCDF EQT habían aumentado considerablemente, alcanzando niveles de EQT similares que para dl-PCB (Masuda y col. 1986). La formación de PCDF resultante del tratamiento térmico de PCB puede llevar a un aumento del EQT de la mezcla de PCB de hasta 50 veces (Weber 2007). Los lugares en los que se utilizan PCB o donde se almacenan, desmantelan o eliminan equipos que contienen PCB pueden generar contaminación local y posibles puntos calientes (véase Grupo Fuente 10).

El primer paso para estimar las existencias y emisiones de PCDD/PCDF asociadas con el uso y almacenaje de equipos que contienen PCB es recopilar un inventario nacional de los equipos y posiblemente otros legados de PCB. Con base en su inventario de PCB, se puede calcular el EQT total de las existencias conforme el Cuadro II.10.2. Los datos del inventario se pueden usar en combinación con las tasas de fugas de PCB para estimar la cantidad de PCDD/PCDF y PCB tipo dioxina liberados anualmente a partir de los equipos inventariados que contienen PCB. Las tasas de fugas de PCB dependen de una serie de factores, entre los que se incluyen la edad de los equipos, las condiciones operativas u de almacenaje, las condiciones climáticas, etc. Aun no se ha estudiado el impacto preciso de la mayoría de estos factores. Para hacer la valoración preliminar de las liberaciones de PCB al medio ambiente, se puede utilizar los factores de emisión presentados en el documento EMEP/EEA Atmospheric Emission Inventory Guidebook (2009) (Cuadro II.10.1). Las circunstancias locales determinarán si las fugas de PCB y PCDD/PCDF se vierten al aire, el agua o los suelos o si se remiten para su eliminación.

Pentaclorofenol (PCP) y pentaclorofenato de sodio (PCP-Na)

Las sustancias PCP o “penta” (CAS 87-86-5) y PCP-Na (CAS 131-52-2) se utilizan como plaguicidas y como conservantes para, por ejemplo: maderas (para interiores y exterior), cuero, textiles (incluyendo algodón o lana) y para eliminar caracoles en áreas donde la esquistosomiasis es endémica (Zheng y col. 2008, 2011). También se utiliza PCP para producir PCP-Na y pentaclorofenol laurato (PCPL), y se los utiliza en textiles y otras telas (van der Zande 2010).

Si bien no existen datos recientes sobre la producción mundial, se estima que la producción de PCP sería de 7.257 toneladas / año en los EE.UU. (van der Zande 2010). En 2010, México produjo aproximadamente 7.000 toneladas / año, aproximadamente el 80 % de los cuales se exportaron (B. Cárdenas, comunicación personal, 26 de noviembre de 2012). En China, la producción de PCP fue de 10.000 toneladas / año en 1997 (Ge y col. 2007). El PCP es producido por varios métodos, incluyendo los que se menciona a continuación:

1. Reacción de Cl_2 con fenol líquido, clorofenol o un policlorofenol a 30-40°C hasta producir 2,4,6 - triclorofenol, que se convierte entonces a PCP al seguir clorándose a temperaturas progresivamente más altas en presencia de catalizadores (de aluminio, antimonio, sus cloruros, y otros) (Borysiewicz 2008);
2. La hidrólisis alcalina del hexaclorobenceno (HCB) en metanol y alcoholes dihidricos, en agua y mezclas de diferentes disolventes en un autoclave a 130-170°C (Borysiewicz 2008); y
3. Termólisis de hexaclorociclohexano (HCH), incluyendo una etapa de cloración e hidrólisis (Wu 1999).

El PCP -Na se produjo hasta 1984 usando la hidrólisis alcalina del hexaclorobenceno. Actualmente, sin embargo, se produce disolviendo copos de PCP en solución de hidróxido de sodio (Borysiewicz 2008). Se ha sugerido que el procesamiento post-producción de copos de PCP de este último proceso representaba una mayor exposición al PCP y a sus contaminantes que la producción misma (Ruder 2011).

Los PCDD / PCDF son subproductos de todos estos métodos de fabricación (Borysiewicz 2008). Además, el método basado en la hidrólisis alcalina de HCB puede provocar la presencia de HCB en el PCP resultante. El PCP comercial puede contener hasta 0,1 % de PCDD / PCDF, que se liberan al aire a partir de los productos tratados con PCP, se liberan al agua cuando se lavan los textiles y otros productos tratados con PCP, y se concentró en los lodos de las plantas depuradoras que tratan el agua de lavado. Los PCDD / PCDF derivados de PCP se liberan al aire y la tierra a partir de los productos en uso en la madera, tales como postes y durmientes de ferrocarril (2008) Borysiewicz, cuando se aplican lodos procedentes de depuradoras al suelo, y cuando se queman productos tratados con PCP.

Los PCDD / PCDF también pueden ingresar a un país a través de la importación de PCP, así como en productos tratados con PCP como madera y productos de madera, muebles, textiles y cuero. El rastreo de estos flujos puede ser muy difícil. El impacto en los factores de emisión de la quema de madera contaminada con PCP se puede ver en la categoría de fuentes 3d - Calefacción de hogares y cocina con biomasa. Los materiales tratados con PCP también contribuyen a que haya mayores liberaciones provenientes de procesos de combustión abierta, como puede verse en la categoría de fuente 6b - Quema de residuos e incendios accidentales.

Factores de emisión

Los factores de emisión para PCP y el PCP -Na se presentan en el Cuadro II.7.14. Los factores de emisión revisados o recién añadidos están destacados en rojo. Para el caso del uso del PCP con fines agrícolas o conexos, las emisiones al suelo de PCDD / PCDF se pueden estimar utilizando los FE_{Producto} como FE_{Suelo} .

Cuadro II.7.14 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de fuente 7d Producción de PCP y PCP-Na

7d		Producción de PCP y PCP-Na		Factores de emisión (μg EQT/t producto)				
		Clasificación		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Pentaclorofenol (PCP)			ND	ND	ND	634.000	ND
2	Pentaclorofenol, sal de sodio (PCP-Na)			ND	ND	ND	12,500	ND

Nivel de confianza

Los factores de emisión en esta categoría de fuente tiene un nivel de confianza mediano, ya que se basan en un rango de datos bajo y se derivan de una cobertura geográfica limitada.

Ácido 2,4,5-Triclorofenoxiacético (2,4,5-T) y 2,4,6-Triclorofenol

El ácido 2,4,5-T (CAS 93-76-5), un herbicida usado fundamentalmente como desfoliante, es el derivado más importante del 2,4,5-triclorofenol (CAS 95-95-4). Hoy en día hay solo unas pocas plantas de producción de triclorofenol. Mientras que el 2,4,5-T es percibido ampliamente como contaminado solo con 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina (2,3,7,8-TCDD), se han identificado concentraciones importantes de otros congéneres de PCDD/PCDF (Pignatello y Huang 1993).

Los puntos calientes en el suelo remanentes en emplazamientos donde solía haber producción, almacenaje y manipulación de 2,4,5-T deben considerarse en el Grupo de fuentes 10 – Emplazamientos contaminados y puntos calientes.

Factores de emisión

Dada la falta de información, solo se derivaron los factores de emisión para las liberaciones en productos, como se muestra en el Cuadro II.7.15. Para el uso de 2,4,5-T para fines agrícolas o conexos, las emisiones al suelo de PCDD/PCDF se pueden estimar usando EF_{Producto} como EF_{Suelo} .

Cuadro II.7.15 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente de producción de 7d 2,4,5-T y 2,4,6-Triclorofenol

7d		Producción de 2,4,5-T y 2,4,6-Triclorofenol		Factores de emisión (μg EQT/t producto)				
		Clasificación		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Ácido 2,4,5-Triclorofenoxiacético (2,4,5-T)			ND	ND	ND	7.000	ND
2	2,4,6-Triclorofenol			ND	ND	ND	700	ND

Nivel de confianza

Los factores de emisión se asocian con un nivel de confianza mediano, ya que se basan en un rango bajo de datos; no se basan en el criterio de expertos, sino que se derivan de una cobertura geográfica limitada.

Cloronitrofeneno, Clornitrofeneno, o 2,4,6-Triclorofenil-4-nitrofeniléter (CNP)

El CNP (CAS 1836-77-7) ha sido utilizado como alternativa para pentaclorofenol y es aplicado ampliamente en arroceras en Japón. La producción de CNP comienza con la producción de 2,4,6-triclorofenol (CAS 88-06-2). El 2,4,6-triclorofenol reacciona con hidróxido de potasio para formar potasio 2,4,6-triclorofenolato. Esta última sustancia química reacciona con 4-fluoronitrobenzono en presencia de un catalizador de cobre para formar 2,4,6-triclorofenil *p*-nitrofenil éter (Suzuki y Nagao 2005).

Factores de emisión

Dado que la información disponible es insuficiente, solo se derivaron los factores de emisión para emisiones en el producto, como se muestra en el Cuadro II.7.16. Los factores de emisión revisados o recién agregados están destacados en rojo. Para el uso de CNP con fines agrícolas o conexos, las emisiones de PCDD/PCDF al suelo pueden estimarse usando EF_{Producto} como EF_{Suelo} .

Cuadro II.7.16 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente Producción de 7d CNP

7d	Producción de CNP	Factores de emisión (µg EQT/t producto)				
	Clasificación	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Tecnologías simples	ND	ND	ND	9,200.000	ND
2	Tecnologías intermedias	ND	ND	ND	4,500	ND

Nivel de confianza

Los factores de emisión se asocian con un nivel de confianza mediano, ya que se basan en un rango bajo de datos; no se basan en el criterio de expertos, sino que se derivan de una cobertura geográfica limitada.

Pentacloronitrobenzono (PCNB) (Quintoceno)

PCNB (CAS 82-68-8), también conocido por otros nombres, como quintoceno y terraclor, es un fungicida de amplio espectro, de contacto, utilizado en una amplia gama de cultivos, tales como césped, maní, coles (*ej.*: repollo), arroz, papas y algodón. Se lo utiliza para tratar tanto el suelo como las semillas, así como para aplicación foliar. Sin embargo, dado en parte por contaminación con PCDD/PCDF, el PCNB ha sido prohibido para una serie de usos en varios países, incluyendo E.U.A., Canadá, Japón y Alemania.

El PCNB se produce por reacción en ácido clorosulfúrico de nitrobenzono y Cl_2 con yodo como catalizador. El PCNB también se puede producir mediante nitrificación de pentaclorobenceno.

En estudios realizados en Australia (Holt y *col.* 2010), China (Huang y *col.* 2012), y Japón (MAFF 2002) se detectaron altas concentraciones de PCDD/PCDF. Estos dos últimos estudios también encontraron altas concentraciones de PCB tipo dioxina. Además, un estudio de exposición del PCNB a la luz solar halló que el EQT de PCDD/PCDF aumentaba más de 800% (Holt y *col.* 2011).

Factores de emisión

Para la producción de PCNB, en el Cuadro II.7.17 se muestran los factores de emisión de PCDD/PCDF y los factores de emisión de PCB se muestran en el Anexo 48. Los factores de emisión revisados o recién agregados están destacados en rojo.

Enero de 2013

Para el uso de PCNB con fines agrícolas o conexos, se puede estimar la liberación al suelo tanto de PCDD/PCDF como de PCB usando el EF_{Producto} como EF_{Suelo} . De similar manera, para los efectos de la acuicultura o fines conexos, las emisiones al agua se pueden estimar usando el EF_{Producto} como EF_{Agua} .

Cuadro II.7.17 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente de producción de 7d Pentacloronitrobenceno

7d	Producción de pentacloronitrobenceno	Factores de emisión ($\mu\text{g EQT/t producto}$)				
Clasificación		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Tecnologías de producción simples	ND	ND	ND	5.600	ND
2	Tecnologías de producción intermedias	ND	ND	ND	2.600	ND
3	Tecnologías de producción complejas	ND	ND	ND	260	ND

Nivel de confianza

Los factores de emisión en esta sección se asocian con un nivel de confianza mediano, ya que los factores de emisión se basan en un rango moderado de datos con una amplia distribución geográfica.

Ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) y derivados

El ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D, CAS 94-75-7) y sus derivados son herbicidas sistémicos utilizados para controlar las malezas de hoja ancha. 2,4-D es uno de los plaguicidas más usados a nivel mundial (Industry Task Force 2012).

El 2,4-D habitualmente se prepara por la condensación de 2,4-diclorofenol con ácido monocloroacético en un medio fuertemente alcalino a temperaturas moderadas. También se lo produce por cloración del ácido fenoxiacético, pero este método da origen a un producto con alto contenido de 2,4-diclorofenol y otras impurezas. Las altas temperaturas de reacción y condiciones alcalinas durante la elaboración de 2,4-D aumentan la formación de PCDD/F. Las sales básicas de metales de 2,4-D se producen por la reacción de 2,4-D con la base de metal apropiada. Se obtienen sales de amina haciendo reaccionar aminas y 2,4-D en un solvente compatible. Los ésteres se forman mediante esterificación catalizada con ácido con destilación azeotrópica de agua o por síntesis directa en la que el éster de ácido monocloroacético correspondiente reacciona con diclorofenol para formar el 2,4-D éster (IPCS 1989). Los siguientes incluyen algunos de los derivados de 2,4-D: sal de sodio 2,4-D (CAS 2702-72-9); 2,4-D dietil amina (CAS 2008-39-1); sal de 2,4-D dimetilamina (CAS 2008-39-1); éster de 2,4-D isopropilo (CAS 94-11-1); ácido 2,4-D triisopropilo; éster 2,4-D butoxietilo (CAS 1929-73-3); éster 2,4-D iso octilo (CAS 25168-26-7); y éster 2,4-D etilhexilo (CAS 1928-43-4) usados más frecuentemente. El 2,4-D comenzó a comercializarse en 1944. Está disponible en forma genérica desde hace muchos años, 2,4-D y sus derivados son elaborados por muchas compañías a nivel mundial.

Factores de emisión

Para la producción de 2,4-D y sus derivados, los factores de emisión de PCDD/PCDF se presentan en el Cuadro II.7.18. Los factores de emisión revisados o recién agregados están destacados en rojo.

Para los usos de 2,4-D y sus derivados para fines agrícolas o conexos, se puede estimar la emisión al suelo usando EF_{Producto} como EF_{Suelo} . De similar manera, para usos de acuicultura, la emisión al agua se puede estimar usando el EF_{Producto} como EF_{Agua} .

Cuadro II.7.18 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente de 7d 2,4-D y derivados

7d	2,4-D y Derivados	Factores de emisión (µg EQT/t producto)				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Tecnologías de producción simples	ND	ND	ND	5,688	ND
2	Tecnologías de producción intermedias	ND	ND	ND	170	ND
3	Tecnologías de producción complejas	ND	ND	ND	0,1	ND

Nivel de confianza

Los factores de emisión en esta sección se asocian con un nivel de confianza mediano, ya que los factores de emisión se basan en un rango moderado de datos con una amplia distribución geográfica.

En el Anexo 2 se puede encontrar información más detallada sobre la contaminación con PCDD/PCDF de otros plaguicidas organoclorados.

Parafinas cloradas (CPs)

Las CP son hidrocarburos de cadena recta que han sufrido cloración. Las parafinas cloradas se clasifican según la longitud de su cadena de carbono y el porcentaje de cloración, con longitudes de las cadenas de carbonos que en general varían entre C₁₀ y C₃₀, y un cloración de aproximadamente 35% a más de 70% por peso. Se han utilizado alrededor de 40 números CAS para describir a toda la familia de parafina clorada, *ej.*: las CP de longitud no especificada son CAS 63449-39-8.

Las CP se forman haciendo reaccionar Cl₂ con fracciones de parafina obtenidas de la destilación del petróleo. Los tres materiales de uso comercial más comunes son las parafinas de cadena corta (C₁₀₋₁₃), mediana (C₁₄₋₁₇) y larga (C₁₈₋₃₀). Se estima que la producción mundial de CP alcanza 1 millón de toneladas/año, 70% de las cuales se producen en China (Takasuga y col. 2012). El mayor uso de CP se da en los líquidos para corte de uso industrial, particularmente en la fabricación de automóviles y piezas de automóviles. Además, se los usa en pinturas comerciales, adhesivos, sellantes y macillas, así como plastificadores en PVC y retardantes de llama en retardantes en otros plásticos y caucho. Se ha descrito la presencia de concentraciones relativamente altas de PCDD/PCDF, PCB y total y HCB en muestras de CP técnicas de **cadena larga** (Takasuga y col. 2012).

Factores de emisión

En el Cuadro II.7.19 se muestran los factores de emisión de PCDD/PCDF para la producción de CP. Los factores de emisión revisados o recién agregados están destacados en rojo. Los factores de emisión para otras emisiones de COP no intencionales se presentan en el Anexo 48.

Cuadro II.7.19 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 7d Producción de parafinas cloradas

7d	Producción de parafinas cloradas	Factores de emisión (µg EQT/t producto)				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Tecnologías de producción simples	ND	ND	ND	ND	ND
2	Tecnologías de producción	ND	ND	ND	500	ND

	intermedias					
3	Tecnologías de producción complejas	ND	ND	ND	140	ND

Nivel de confianza

Los factores de emisión en esta sección tienen un nivel de confianza bajo, ya que los factores de emisión se basan en un rango de datos pequeño con una distribución geográfica limitada.

p-Cloranil (2,3,5,6-tetracloro-2,5-ciclohexadieno-1,2-diona)

p-Cloranil (CAS 118-75-2) es utilizado como producto intermedio en la producción de medicamentos, plaguicidas, y tinturas con dioxazina. También se los utiliza como fungicida y para tratamiento de semillas, si bien esos usos están prohibidos en algunos países. En China se producen alrededor de 2.000 toneladas de cloranil y se las utiliza como fungicida, como un producto intermedio en la síntesis de medicamentos y plaguicidas, y como se usa un agente oxidante en la síntesis orgánica, particularmente para colorantes intermedios (Liu y col. 2012). A continuación se presentan dos métodos para producir *p*-cloranilo:

1. El proceso de cloración directa de fenol con Cl₂, que produce tanto *o*- como *p*-cloranil fue desarrollado y utilizado en Alemania hasta 1990. Tal vez haya productores que todavía lo usen en otros países.
2. El proceso más común comienza con la conversión de fenol a hidroquinona, seguido de la reacción de hidroquinona con Cl₂ o agua oxigenada y ácido clorhídrico para formar *p*-cloranilo.

La contaminación del cloranilo con PCDD/PCDF proviene de colorantes, pigmentos, tintas, etc. y otros productos hechos de cloranilo (ver pigmentos derivados del cloranilo y colorantes abajo descritos). El PCDD/PCDF en materiales derivados del cloranilo se transfiere a los procesos de producción de textiles, polímeros/plásticos, y materiales de empaque (papel, latas de estaño, etc.) y se libera en los productos del proceso (ver, por ejemplo, Categoría de fuente 7g – Producción de textiles). Cuando se lavan los textiles, las prendas de vestir y otros artículos de consumo tratados con pigmentos y colorantes a base de cloranilo, una parte de PCDD/PCDF pasa a las aguas residuales domiciliarias y municipales, donde contribuye al contenido de PCDD/PCDF en los efluentes de tratamiento de aguas residuales y lodos. Cuando se descartan o reciclan artículos de consumo, el PCDD/PCDF que se originara durante la producción de cloranilo se agrega a la contaminación con PCDD/PCDF en los procesos de eliminación y reciclaje. En la producción y tintura de textiles y reciclaje de papel, se libera PCDD/PCDF al agua y/o se concentra en el residuo (lodo).

Factores de emisión

Dada la falta de datos, solo se derivan los factores de emisión para *p*-cloranilo para las emisiones al producto. Los factores de emisión revisados o recién agregados están destacados en rojo.

Cuadro II.7.20 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 7d Producción de *p*-Cloranil

7d	Producción de <i>p</i> -Cloranil	Factores de emisión (µg EQT/t producto)				
	Clasificación	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Cloración directa del fenol	ND	ND	ND	400.000	ND
2	Cloración de hidroquinona con	ND	ND	ND	1.500.000	ND

Enero de 2013

	purificación mínima					
3	Cloración de hidroquinona con purificación moderada	ND	ND	ND	26.000	ND
4	Cloración de hidroquinona con purificación avanzada	ND	ND	ND	150	ND

Nivel de confianza

Los factores de emisión se asocian con un nivel de confianza mediano, ya que se basan en un rango bajo de datos; no se basan en el criterio de expertos, sino que se derivan de una cobertura geográfica limitada.

Colorantes y pigmentos de ftalocianina

Los colorantes y pigmentos de ftalocianina tuvieron una tasa de producción mundial de alrededor de 420.000 toneladas en 2011 (Linak y col. 2011, The Freedonia Group 2009). Son preparados utilizando variaciones de los siguientes métodos:

- Reacción de ftalonitrilo con metales o sales de metales;
- Reacción de anhídrido ftálico, ácido ftálico o ftalimida, anhídrido tetracloroftálico con por ejemplo, orgánicos específicos, urea, sal de metal y catalizador;
- Reacción de ftalocianina libre de metal o ftalocianina con metal reemplazable por otro metal.

La ftalocianina de cobre es un pigmento azul que generalmente se produce usando el segundo método. Se calientan anhídrido ftálico/ftalimida, una sal de metal, urea y un catalizador a 170-200°C durante alrededor de cuatro horas en un solvente como triclorobenceno, nitrobenzono o cloronaftaleno. La ftalocianina de cobre azul vira al verde reemplazando los átomos de hidrógeno de los anillos aromáticos con cloro (por ej. Pigmento verde 7) o cloro y bromo (por ej. Pigmento verde 36). Esto se logra mediante la cloración directa de la ftalocianina pasando Cl_2 a la mezcla de $\text{AlCl}_3/\text{NaCl}$ a 180-200°C (Jain 2011). Se ha detectado PCDD/PCDF en muestras de ftalocianina de cobre y ftalocianina verde (Ni y col. 2005), así como ftalocianina de níquel (Hutzinger y Fiedler 1991).

Factores de emisión

Dada la falta de datos, los factores de emisión de PCDD/PCDF en los colorantes y pigmentos derivados de la ftalocianina se presentan solo para las emisiones en los productos. Los factores de emisión revisados o recién agregados están destacados en rojo. Los factores de emisión para otros COP no intencionales se incluyen en el Anexo 48.

Cuadro II.7.21 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 7d Producción de colorantes y pigmentos de ftalocianina

7d	Producción de colorantes y pigmentos de ftalocianina	Factores de emisión (μg EQT/t producto)				
Clasificación		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Ftalocianina de cobre (CAS 147-14-8)	ND	ND	ND	70	ND
2	Ftalocianina verde (CAS 1328-45-6)	ND	ND	ND	1.400	ND

Ácido tetracloroftálico (TCPA) y pigmentos conexos

TCPA es el material principal para la producción de una serie de pigmentos. Si bien no se cuenta con datos de PCDD/PCDF para TCPA, se han detectado concentraciones no intencionales de

Enero de 2013

HCB de hasta 3.000.000 µg/kg (Gobierno de Japón 2006, 2007). En el Anexo 48 se incluye información adicional sobre las concentraciones de HCB en TCPA y los factores de emisión correspondientes.

Colorantes y pigmentos de dioxazina

Los colorantes y pigmentos de dioxazina se producen a través de la reacción de *p*-cloranil con aminas aromáticas en presencia de una base. Los análisis realizados a algunos de estos colorantes y pigmentos a principios de los 90 mostraron concentraciones de PCDD/PCDF en el rango de 1 a 60 µg EQT/kg, atribuido al uso de *p*-cloranil contaminado con PCDD/PCDF producido por la cloración del fenol (US EPA 2006a, Krizanec y Le Marechal 2006). Posteriormente se desarrolló un proceso alternativo para producir cloranil con un menor contenido de PCDD/PCDF mediante la reacción de hidroquinona con HCl. Los colorantes y pigmentos de dioxazina elaborados usando el cloranil más contaminado están enumerados en el Cuadro II.7.22, junto con su contenido de PCDD/PCDF. Los factores de emisión revisados o recién agregados están destacados en rojo.

Cuadro II.7.22 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 7d Producción de pigmentos basados en dioxazina

7d	Producción de pigmentos basados en dioxazina	Factores de emisión (µg EQT/t producto)				
	Clasificación	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Azul 106 (CAS 6527-70-4)	ND	ND	ND	35.000	ND
2	Azul 108 (CAS 1324-58-9)	ND	ND	ND	100	ND
3	Violeta 23 (Violeta Carbazole) (CAS 6358-30-1)	ND	ND	ND	12.000	ND

Nivel de confianza

Los factores de emisión se asocian con un nivel de confianza mediano, ya que se basan en un rango bajo de datos; no se basan en el criterio de expertos, sino que se derivan de una cobertura geográfica limitada.

Triclosan [5-cloro-2-(2,4-diclorofenoxi)fenol]

Triclosan (CAS 3380-34-5), un derivado clorofenoxi, se produce mediante la reacción de 2,4,4.-triclora-2.-metoxidifenil éter con cloruro de aluminio en benceno. El triclosan se utiliza a nivel mundial como agente antibacteriano y antimicótico en productos de consumo, incluyendo jabones, desodorantes, pasta dentífrica, cremas de afeitar, enjuagues bucales, y artículos de limpieza. También se encuentra infundido en un número creciente de artículos de consumo, como utensilios de cocina, juguetes, ropa de cama, calcetines y bolsas de basura.

Factores de emisión

Se derivan los factores de emisión para tres clases de producción de triclosan. Los factores de emisión revisados o recién agregados están destacados en rojo.

Cuadro II.7.23 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 7d Producción de triclosan

7d	Producción de triclosan	Factores de emisión (µg EQT/t producto)				
	Clasificación	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Tecnologías simples	ND	ND	ND	1,700	82.000
2	Tecnologías intermedias	ND	ND	ND	60	ND

3	Tecnologías complejas	ND	ND	ND	3	ND
---	-----------------------	----	----	----	---	----

Nivel de confianza

Los factores de emisión se asocian con un nivel de confianza mediano, ya que se basan en un rango bajo de datos; no se basan en el criterio de expertos, sino que se derivan de una cobertura geográfica limitada.

7e Otros productos químicos clorados y no clorados

Tetracloruro de titanio (TiCl₄) y dióxido de titanio (TiO₂)

TiO₂ (CAS 13463-67-7) es el pigmento blanco más usado a nivel mundial, con una producción mundial estimada en 5 millones de toneladas en 2007 (USGS 2008). Alrededor de 50% de TiO₂ se utiliza en pintura, barnices y lacas; 25% en papel y cartón; y 20% en plásticos (USEPA 2001).

El TiO₂ se produce a partir de minerales ricos en TiO₂, como rutilo o ilmenita, por uno de dos procesos:

- El proceso que usa sulfato implica digerir el mineral de ilmenita o escoria rica en TiO₂ con ácido sulfúrico para producir una torta, que se purifica y calcina para producir pigmento de TiO₂. Este proceso es usado con menor frecuencia porque genera residuos con ácido sulfúrico de hasta dos veces el peso del producto, lo que demanda un tratamiento oneroso para neutralizar los residuos antes de su eliminación (PNUMA 2007, USEPA 1995).
- El proceso con cloruros entraña una reacción del cloro elemental con el rutilo o ilmenita de alto grado a una temperatura entre 850°C y 950°C, usando coque de petróleo como reductor. Esto produce gas de TiCl₄ (CAS 7550-45-0), que luego se oxida para formar TiO₂ purificado. El proceso con cloruros es el más comúnmente usado debido a su propiedad de ser relativamente compacto en el reciclaje de los materiales del proceso, las mejores propiedades de producto, y por generar considerablemente menos residuos (PNUMA 2007, USEPA 1995).

Es sabido que el proceso del cloruro se forma PCDD/PCDF (Lakshmanan y col. 2004), y se ha detectado PCDD/PCDF en las aguas residuales tratadas, en el lodo que queda del tratamiento de las aguas residuales, y sólidos del filtro prensa (USEPA 2001).

Factores de emisión

Se derivan los factores de emisión para la producción de TiO₂ via el proceso de cloruro y de presentan en el Cuadro II.7.24. Los factores de emisión revisados o recién agregados están destacados en rojo.

Cuadro II.7.24 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 7e producción de TiCl₄ y TiO₂ mediante el proceso de cloruros

7e	TiCl ₄ y TiO ₂ Producción	Factores de emisión (µg EQT/t producto)				
	Clasificación	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Tecnología simple	ND	0,2	ND	0,0	42
2	Tecnología compleja	ND	0,001	ND	0,0	8

Nivel de confianza

Los factores de emisión se asocian con un nivel de confianza mediano, ya que se basan en un rango bajo de datos; no se basan en el criterio de expertos, sino que se derivan de una cobertura geográfica limitada.

Caprolactam (2-Azacicloheptanona)

El Caprolactam (CAS 105-60-2) se produce comercialmente por dos métodos. Solo uno implica el uso de color de alguna forma: la reacción de HCl con ácido nitrosilsulfúrico para producir nitrosil cloruro que luego se hace reaccionar con ciclohexano y HCl para producir ciclohexanona que luego reacciona para producir caprolactam. En 2010 la producción mundial de caprolactam fue de 3.8 millones de toneladas métricas (SRI Consulting 2011). Virtualmente todo el caprolactam se utiliza para producir Nylon 6. Se ha detectado PCDD/PCDF en emisiones atmosféricas, en aguas residuales del proceso y en aguas residuales tratadas provenientes de instalaciones de producción de caprolactam en dos países (Lee y col. 2009, Kawamoto 2002, Hong y Xu 2012). Estos hallazgos sugieren que es probable que aparezca PCDD/PCDF también en residuos, incluyendo los del tratamiento de aguas residuales.

Factores de emisión

Cuadro II.7.25 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 7e Producción de Caprolactam

7e	Producción de Caprolactam	Factores de emisión (µg EQT/t producto)				
	Clasificación	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Caprolactam	0,00035	0,50 pg EQT/L	ND	ND	ND

Nivel de confianza

Los factores de emisión se asocian con un nivel de confianza mediano, ya que se basan en un rango bajo de datos; no se basan en el criterio de expertos, sino que se derivan de una cobertura geográfica limitada.

7f Refinado de petróleo

La industria de refinación de petróleo convierte petróleo crudo en productos refinados, incluyendo gas licuado de petróleo, gasolina, kerosene, combustible de aviación, combustible diésel, aceites combustibles, aceites lubricantes, bitumen y material para la industria petroquímica. La composición del petróleo (petróleo crudo) puede variar mucho dependiendo de su fuente.

Los procesos de refinación de petróleo que han sido identificados como fuentes de PCDD/PCDF fuentes incluyen los siguientes (RTI International 2011, Jacobs Consultancy 2002):

- Las fuentes estacionarias de combustión, como calderas y calentadores de los procesos, generan calor y energía quemando combustibles derivados de los procesos de refinado; estas fuentes son analizadas en el Grupo de fuentes 3 Generación de energía y Calefacción. Se debe prestar especial atención al elaborar el inventario de PCDD/PCDF para esta categoría de fuente para evitar el doble recuento de las emisiones de calderas para producción de energía.
- Las unidades de coquización utilizan calor a para craquear los vapores de hidrocarburos pesados para formar destilados más útiles como aceites para calefacción o gasolina. Las unidades

Enero de 2013

tradicionales de coquización líquida son una de las mayores fuentes de emisiones vent en una refinería, siendo comparable a las emisiones de un regenerador CCU.

- Las unidades de reforma catalítica son una serie de reactores catalíticos que transforman la nafta a gasolina de alto octanaje. El catalizador acumula carbón (coque) para que deba ser regenerado. En el proceso continuo, continuamente se va sacando el catalizador viejo del reactor al regenerador donde se quema el carbón a partir del catalizador con aire caliente/vapor. Se agregan cloro u organocloros, como tri- o percloroetileno, para retener la actividad catalítica. Mientras que los reactores no tienen descargas directas del proceso, los regeneradores del catalizador tienen descargas.
- Las antorchas constituyen un equipamiento de seguridad obligatorio que se utiliza por razones de seguridad durante los trastornos, inicio de funcionamiento, apagado, y purgas del sistema y para manejar la eliminación de los gases de residuos de operaciones de rutina.

Es posible que se libere PCDD/PCDF a la atmósfera de las chimeneas de venteo y las antorchas, capturados en sistemas de lavado y liberados al agua en efluentes tratados, y liberados en los residuos como catalizadores y lodos del tratamiento de las aguas residuales.

Factores de emisión

A continuación se presentan los factores de emisión para calcular las emisiones de PCDD y PCDF de las refinerías de petróleo para los siguientes procesos:

- Llamada de gases liberados de la industria del petróleo
- Unidad de reforma catalítica (inclusive regenerador del catalizador)
- Unidad de coquización
- Tratamiento de aguas residuales de toda la refinería

Los factores de emisión de PCDD/PCDF aparecen en las Cuadros II.7.26 y II.7.27. Los factores de emisión revisados o recién agregados están destacados en rojo. Por más detalles sobre la forma de derivar los factores de emisión referirse al Anexo 49.

Cuadro II.7.26 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 7 Refinería de Petróleo (antorcha de gases)

7f	Refinería de Petróleo (antorcha de gases)	EF _{Aire} µg EQT/TJ combustible quemado
Clasificación		
1	Llamada	0,25

Cuadro II.7.27 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 7f Refinería de Petróleo (procesos de producción)

7f	Refinería de Petróleo (procesos de producción)	Factores de emisión				
Clasificación		Aire µg EQT/t oil ^A	Agua pg EQT/L	Suelo	Producto	Residuo µg EQT/t residuo

Enero de 2013

1	Unidad de reforma catalítica (incluyendo regenerador del catalizador)	0,017	NA	NA	NA	14
2	Unidad de coquización	0,41	NA	NA	NA	ND
3	Tratamiento de las aguas residuales de toda la refinería	ND	5	ND	ND	ND

^A Masa de aceite específica a cada unidad de procesamiento

Nivel de confianza

Los factores de emisión para esta categoría de la fuente se asocian con un nivel de confianza mediano para todas las clases, ya que se basan en un rango bajo de datos, pero no basado en criterio de expertos, y se derivan sobre la base en una cobertura geográfica limitada.

7g Producción de textiles

La industria textil es una de las cadenas industriales más largas y más complicadas en el sector de manufactura. Se trata de un grupo de establecimientos diverso y fragmentado que produce y/o procesa productos relacionados con la industria textil, como fibra, estambre, y telas, para luego seguir su procesamiento en productos terminados. Estos establecimientos van desde operaciones pequeñas “de calle secundaria” con pocos controles, hasta operaciones de gran escala altamente sofisticadas con controles de contaminación sumamente completos. Dada la complejidad de los procesos para convertir fibras naturales en productos finales, la mayoría de las fábricas textiles se especializa (USEPA 1997b).

Las industrias de producción textil son posibles fuentes de PCDD/PCDF por una serie de factores:

- La material prima puede contaminarse con PCDD/PCDF debido al tratamiento con plaguicidas contaminados con PCDD/PCDF, como pentaclorofenol;
- Los colorantes y pigmentos usados en las fibras y textiles se pueden contaminar con PCDD/PCDF, por ejemplo, colorantes de dioxazina producidos a partir de pigmentos con base en cloranil y ftalocianina;
- Los procesos de terminado pueden incluir el uso de productos químicos contaminados con PCDD/PCDF, como Triclosan, un agente antimicrobiano;
- Las calderas y calefactores se pueden usar para producción de energía y generación de calor (véase Grupo de fuentes 3);
- Se puede usar incineradores para eliminación de residuos de procesos;
- Se liberan grandes volúmenes de efluentes al medio ambiente.
- Formación de PCDD/PCDF durante el acabado (Križanec y col. 2005).

Por detalles de los procesos de producción textil véase la Guía de MTD y MPA.

Factores de emisión

Se han detectado PCDD/PCDF en emisiones atmosféricas, aguas residuales y lodo del tratamiento de aguas residuales de fábricas textiles. Sin embargo, los datos disponibles actualmente no alcanzan para sustentar la derivación de factores de emisión para estos vectores. Los factores de emisión de PCDD/PCDF para los productos de dos clases de fuentes aparecen enumerados en el Cuadro II.7.28. La derivación de estos factores de emisión, así como el análisis de la información existente sobre las emisiones a la atmósfera, agua y lodo del tratamiento de aguas residuales se presentan en el Anexo 50.

Cuadro II.7.28 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 7g Producción de textiles

7g	Producción de textiles	Factores de emisión (µg EQT/t textile)				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Tecnología simple	ND	ND	ND	100	ND
2	Tecnología intermedia no MTD ^A	ND	ND	ND	0,1	ND
3	Tecnología MTD compleja	NA	NA	NA	NA	NA

^A La tecnología textil no involucra ni la formación de PCDD/PCDF ni la transferencia de otro vector.

Nivel de confianza

Los factores de emisión para esta categoría de la fuente se asocian con un nivel de confianza bajo para todas las clases, debido a la escasez de dato y su falta de representatividad.

7h Acabado de cueros

La operación de las curtiembres consiste en convertir la piel virgen o el cuero sin procesar de un animal en cuero para abastecer la manufactura de una amplia gama de productos. Esto implica una secuencia de reacciones químicas complejas y procesos mecánicos. El curtido es la etapa fundamental de todo el proceso, lo que le da al cuero su estabilidad y carácter esencial. La industria de la curtiembre constituye un sector potencialmente de más contaminación con inquietudes ambientales, entre las que se incluyen las emisiones atmosféricas, las aguas residuales, y los residuos sólidos.

Se han detectado PCDD/PCDF en mercadería de cuero terminada. La evidencia sugiere que las fuentes de PCDD/PCDF son las tinturas contaminadas, como las derivadas del cloranol, y biocidas contaminados, como PCP. Si bien no se ha evaluado la formación de PCDD/PCDF o su aparición en los procesos de producción del cuero, es razonable esperar que el uso de tinturas y productos químicos biocidas contaminados con PCDD/PCDF den lugar a la aparición de PCDD/PCDF en las aguas residuales y lodos originados del tratamiento de las aguas residuales de los procesos en cuestión. Además, se pueden formar PCDD/PCDF nuevos en la cadena de producción del cuero en las que se tratan las aguas residuales del proceso y donde se incineran el lodo de tratamiento de aguas residuales y otros desechos del proceso.

Los procesos de producción del cuero se describen en mayor detalle en el Anexo 51 y en las Guías MTD y MPA.

Factores de emisión

Los factores de emisión para las emisiones de PCDD/PCDF a la atmósfera, agua, suelo y residuos no se pudieron derivar debido a la falta de información. Sin embargo, en la medida de lo posible se debe tomar nota de las cantidades, métodos de tratamiento, y destino de las aguas residuales, los

Enero de 2013

efluentes de las aguas residuales tratadas, el lodo del tratamiento de aguas residuales, y otros residuos sólidos, dado que las emisiones al agua y a residuos podría ser elevada. También se debería tomar nota si se incinera el lodo de tratamiento de las aguas residuales y/o otros residuos, o si se les hace algún otro tipo de combustión, ya que la emisión al aire y en residuos podría ser alta.

Los factores de emisión para la liberación a productos se presentan en el Cuadro II.7.29. La derivación de estos factores de emisión se aborda en el Anexo 51.

Cuadro II.7.29 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 7h Refinería de cuero

7h	Refinería de cuero	Factores de emisión (µg EQT/t cuero)				
Clasificación		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Tecnología simple	ND	ND	ND	1.000	ND
2	Tecnología intermedia	ND	ND	ND	10	ND

Nivel de confianza

Los factores de emisión para esta categoría de fuente se asocian con un nivel de confianza bajo para todas las clases, debido a la escasez y falta de representatividad de datos.

8 – Otros varios

Esta categoría comprende cinco procesos, mostrados en el Cuadro II.8.1, que no fueron incluidos en otros grupos de fuentes por diversas razones. Por ejemplo, aquí se incluyen dos procesos – secado de pienso verde y casas de humo (simulacros) – aunque sean procesos de combustión que se pudieran considerar como similares a los procesos que se trata en la categoría de la **fente 1f**, la combustión de residuos de madera o de la categoría de la fuente 3d Calefacción de hogares y cocina. Se muestran en el Cuadro II.8.1.

Cuadro II.8.1 Reseña general de la categoría de fuentes incluidas en el grupo 8 – Otros varios

8 – Otros varios		Posible vía de liberación				
Categoría de fuentes		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
A	Secado de biomasa	X			X	x
B	Crematorios	X				X
C	Casas de humo (simulacros)	X			X	X
D	Limpieza en seco		X		X	x
E	Consumo de Tabaco	X				x

Con respecto a las disposiciones del Artículo 5, las fuentes en esta categoría se pueden clasificar como sigue:

Cuadro II.8.2 Pertinencia al Artículo 5, Anexo C del Convenio de Estocolmo

No	Categoría de la fuente del Kit de herramientas	Parte II	Parte III	Categoría de la fuente pertinente en el Anexo C
8b	Crematorios		X	Crematorios

En el ejemplo de inventario 9 se incluye un ejemplo de la elaboración de un inventario de fuentes y estimado de emisiones para este grupo de fuentes.

8a Secado de biomasa

El secado de biomasa leñosa o herbácea, *por ej.* chips de madera o forraje verde, se da ya sea con o sin contención, en los que el los gases de combustión contaminados con COP no intencionales entran en contacto con el material que se está secando.

Otros procesos que usan métodos de calentamiento directo (por ej. para alimentos) deben tratarse bajo la categoría de la fuente 8c Casas de humo (simulacros). Los procesos en los que no hay contacto deberían tratarse en Grupo de fuentes 3 Generación de energía y calor.

Bajo condiciones controladas, se usan combustibles limpios como la madera. El sacado de forraje verde usando malos combustibles, por ej: madera tratada, textiles, alfombras, etc., puede llevar a la formación de PCDD/PCDF y a la contaminación del forraje. Por ejemplo, en 2005, en Alemania se demostró que el uso de madera contaminada como combustible había dado lugar a concentraciones muy elevadas de PCDD/PCDF en el forraje. Cuando se le da ese tipo de pienso contaminado al ganado, es posible que se transfiera PCDD/PCDF a la cadena de alimentación humana.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para las tres clases de fuentes están enumerados en el Cuadro II.8.3. Los factores de emisión revisados o recién agregados están destacados en rojo. Por más detalles sobre la forma en que se derivaron estos factores de emisión referirse al Anexo 52.

Orientación para clasificación de las fuentes

Clase 1 se aplica cuando se usa combustible altamente contaminado (material tratado con PCP o de otra forma).

Clase 2 se aplica cuando se usa combustible moderadamente contaminado.

Clase 3 se aplica cuando se usa combustible limpio.

Cuadro II.8.3 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 8a Secado de biomasa

8a	Secado de biomasa	Factores de emisión (µg EQT/t producto seco)				Concentración (µg EQT/t ceniza)
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	combustible altamente contaminado (material tratado con PCP o de otra forma)	10	NA	ND	0,5	2000
2	Combustible moderadamente contaminado	0,1	NA	ND	0,1	20
3	Combustible limpio	0,01	NA	ND	0,1*	5

* Para biomasa herbácea que se está secando, usar un $FE_{Producto}$ de 1 µg EQT/t de producto seco

Tasas de actividad

- Instituciones agrícolas o productores de piensos;
- Estadísticas nacionales sobre fuentes de energía;
- Encuestas dirigidas a productores de biomasa.

Nivel de confianza

A los factores de emisión para esta categoría de fuente se les ha asignado un nivel de confianza bajo con base en la escasez de los datos y la limitada accesibilidad a la información sobre la actividad. También se ha usado el criterio de expertos para derivar estos factores de emisión.

8b Crematorios

La cremación, en la que se reducen los cuerpos humanos a cenizas quemándolos, es una práctica común en muchas sociedades. Los componentes esenciales para la cremación son el ataúd (y el cadáver), la cámara principal de combustión, y, donde correspondiere, la cámara de combustión retardada y el sistema de control de contaminación del aire. El proceso de cremación se describe en detalle en la Orientación para las MTD&MPA. Las Orientaciones también dan información sobre las emisiones de PCDD/PCDF que se originan en este proceso.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para estas tres clases de fuentes están enumerados en el Cuadro II.8.4. Por más detalles sobre la forma en que se derivaron estos factores de emisión referirse al Anexo 52.

Orientación para clasificación de las fuentes

Clase 1 incluye las instalaciones con solo un quemador, cámara de combustión pequeña, malas condiciones de combustión, por ej.: temperaturas inferiores a 850°C, flujo de aire de combustión no controlada, etc., si junto con el ataúd se quema plástico u otros materiales de decoración, si la madera del ataúd ha sido tratada con conservantes, o si no hay sistema de limpieza de gas de chimenea instalado.

Clase 2 incluye las instalaciones donde las condiciones de combustión son mejores – las temperaturas seguras por encima de 850°C, flujo de aire de combustión controlada, sin agregado de plásticos u otros materiales problemáticos - y se hace algo de remoción de polvo. Esta clase también incluye cremaciones a cielo abierto.

Clase 3 incluye las instalaciones de última generación con sistemas de control de contaminación de aire sofisticados.

Cuadro II.8.4 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 8b Crematorios

8b	Crematorios	Factores de emisión (µg EQT por cada cremación)				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
	Clasificación					
1	No control	90	NA	NA	NA	ND
2	Medio control o cremaciones a cielo abierto	10	NA	NA	NA	2.5
3	Control óptimo	0,4	NA	NA	NA	2.5

Tasas de actividad

- Operadores de crematorios (mediante cuestionarios) en caso de que haya unos pocos crematorios grandes en el país;
- Las estadísticas nacionales sobre el número de fallecidos por año y criterio de expertos con respecto al porcentaje de cremación;
- Recolección de datos centralizada a nivel de gobiernos federales o provinciales.

Nivel de confianza

A los factores de emisión Clase 1 se les asigna un nivel de confianza bajo debido a la baja estabilidad del proceso, y por solo disponerse de un número limitado de mediciones. A los factores de emisión Clase 2 se les asigna un nivel de confianza mediano debido a un mayor rango de datos. Finalmente, a los factores de emisión Clase 3 se les asigna un nivel de confianza alto por disponerse de conjuntos de datos consistentes de mediciones con alta cobertura geográfica.

8c Casas de humo (simulacros)

El ahumado de alimentos para la conservación de carnes y pescado es una práctica común en muchos países. Las casas de humo (simulacros) son habitualmente instalaciones pequeñas en las que se usa madera como combustible y funcionan bajo condiciones de combustión subóptimas.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para las tres clases de fuentes están enumerados en el Cuadro II.8.5. Para alimentos ahumados a cielo abierto, usar FE_{Aire} de la categoría de la fuente 3d, clase 5 (cocinas de tres piedras de fuego abierto). Por más detalles sobre la forma en que se derivaron estos factores de emisión referirse al Anexo 52.

Orientación para clasificación de las fuentes

Clase 1 se debe aplicar si se usa madera tratada u otra biomasa contaminada como combustible.

Clase 2 se debe aplicar si se usa madera limpia u otra biomasa como combustible

Clase 3 se debe aplicar si se usa madera limpia u otra biomasa como combustible y hay un sistema de control de contaminación de última generación instalado funcionando.

Cuadro II.8.5 factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 8c Casas de humo (simulacros)

8c	Casas de humo (simulacros)	Factores de emisión (μg EQT/t producto)				Concentración (ng EQT/kg ceniza)
	Clasificación	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Combustibles contaminados	50	NA	NA	ND	2.000
2	Combustibles limpios, sin combustión retardada	6	NA	NA	ND	20
3	Combustibles limpios, con combustión retardada	0.6	NA	NA	ND	20

Tasas de actividad

- Estadísticas nacionales;
- Productores locales de productos alimentarios ahumados;
- Encuestas enviadas a productores locales - entrevistas.

Nivel de confianza

A los factores de emisión para esta categoría de fuente se les ha asignado un nivel de confianza bajo debido a la escasez de datos. También se ha usado el criterio de los expertos para derivar estos factores de emisión.

8d Limpieza en seco

Se han detectado PCDD/PCDF en los residuos de destilación originados en la limpieza en seco (limpieza de textiles con solventes orgánicos, no lavado con agua). Se han identificado fuentes de PCDD/PCDF como el uso de biocidas contaminados, como PCP, para proteger textiles o materias primas – lana, algodón, etc. – y el uso en textiles de colorantes y pigmentos contaminados con PCDD/PCDF. El proceso de limpieza en seco en sí no genera PCDD/PCDF, sino que redistribuye el PCDD/PCDF ya presente en los textiles previamente contaminados.

Enero de 2013

Durante el proceso de limpieza en seco, se extrae PCDD/PCDF de los textiles y se transfiere al solvente de limpieza. Cuando se destila el solvente para recuperarlo y volverlo a usar, el PCDD/PCDF se concentran en los residuos de destilación, que normalmente se elimina. Una investigación detallada ha demostrado que las concentraciones de PCDD/PCDF en los residuos de destilación de residuos no dependen del solvente presente en el proceso de limpieza en seco (Fuchs y col. 1990, Towara y col. 1992). Por lo tanto, la influencia del solvente utilizado es despreciable; los solventes habituales son percloroetileno, gasolina, o fluorocarbonos.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para dos clases de fuentes están enumerados en el Cuadro II.8.6. Por más detalles sobre la forma en que se derivaron estos factores de emisión referirse al Anexo 52.

Orientación para clasificación de las fuentes

Clase 1 incluye la limpieza en seco de textiles altamente contaminados, *por ej.* alfombrados o cortinas pesadas de los que se sospecha que han sido tratados con PCP (el país de origen puede ser un indicador) o vestimenta de obreros u otros textiles procedentes de ambientes contaminados con dioxina.

Clase 2 incluye la limpieza de prendas de vestir no contaminadas y otros textiles.

Cuadro II.8.6 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 8d Limpieza en seco

8d	Limpieza en seco	Factores de emisión (en µg EQT/t)				Concentración en los residuos de destilación (µg EQT/t)
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Textiles pesados, tratados con PCP, etc.	NA	NA	NA	NA	3.000
2	Textiles normales	NA	NA	NA	NA	50

Tasas de actividad

Como indicación, por cada kilo de prendas de vestir tratado se forman 15g de residuos (información proveniente del Centro Técnico Francés para la Limpieza – CTTN). Los datos sobre la actividad pueden obtenerse de las autoridades competentes que extienden las licencias para tintorerías que hacen limpieza en seco, y recolectores de residuos.

Nivel de confianza

A los factores de emisión para esta categoría de fuente se les ha asignado un nivel de confianza bajo debido a los cambios y la complejidad de la producción de textiles y cuero.

8e Consumo de tabaco

Al igual que en cualquier otro proceso térmico, la “combustión” de cigarrillos y cigarros produce PCDD/PCDF. La cantidad de tabaco presente en los cigarrillos varía, pero habitualmente es menor a 1 gramo por cada cigarrillo. Los cigarros varían tanto en su tamaño como en su carga de

Enero de 2013

tabaco. Los cigarros grandes pueden contener tanto tabaco como una cajilla entera de 20 cigarrillos, al tanto que los cigarros pequeños (cigarrillos) pueden ser similares a un cigarrillo en cuanto a su tamaño y contenido de tabaco.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para dos clases de fuentes aparecen enumerados en el Cuadro II.8.7. Los factores de emisión revisados o recién agregados están destacados en rojo. Por más detalles sobre la forma en que se derivaron estos factores de emisión referirse al Anexo 52.

Orientación para clasificación de las fuentes

Clase 1 se debe aplicar al consumo de cigarros.

Clase 2 se aplica al consumo de cigarrillos.

Cuadro II.8.7 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 8e Consumo de tabaco

8e	Consumo de tabaco	Factores de emisión (µg EQT/millones de cigarros o cigarrillos)				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Cigarro	0,3	NA	NA	NA	0,3
2	Cigarrillo	0,1	NA	NA	NA	0,1

NB: Los factores de emisión debidos al consumo de tabaco se aplican a la cantidad total de cigarrillos y cigarros, y no al peso del tabaco.

Tasas de actividad

La tasa de actividad se puede evaluar por medio de la siguiente ecuación de equilibrio de masas: Producción - Exportación + Importación. Mientras que la información sobre los cigarrillos está disponible como cantidad de cigarrillos, el tabaco suelto y los cigarros habitualmente se informan en peso. Se puede usar un factor de conversión de 1 g de tabaco por cigarrillo para estimar el número de cigarrillos, es decir 1 tonelada de tabaco suelto equivale a 1.000.000 de cigarrillos.

Nivel de confianza

El nivel de confianza asignado a estos factores de emisión es bajo debido a los datos limitados disponibles y el difícil diseño experimental.

9 – Eliminación / Relleno sanitario

Los procesos de eliminación de residuos no térmicos se analizan en este grupo de fuentes. Excepto en ciertos casos, estos procesos son solo vías de emisión de PCDD/PCDF, y no fuentes de formación y emisión de PCDD/PCDF. Los PCDD/PCDF que ya se encuentran presentes en los residuos que están siendo tratados se concentran o liberan a uno o más vectores mediante estos tratamientos y procesos de eliminación (ver Cuadro II.9.1).

Estos procesos se usan para eliminar los residuos contaminados con PCDD/PCDF, muchos de los cuales son residuos de procesos que han sido abordados en otros grupos de fuentes. El manejo de estos residuos, *por ej.* El tratamiento físico, biológico, químico o térmico o la contención en rellenos sanitarios seguros, enterramiento en vertederos y pozos, dispersión en el suelo, o descarga directa de efluentes no tratados en ríos, lagos u océanos, puede dar lugar a emisiones de PCDD/PCDF al medio ambiente.

El destino final de los residuos que contienen PCDD/PCDF debe quedar bien documentado, debido a la posibilidad de que un mal manejo derive en un aumento y diseminación de la exposición de humanos y animales domésticos. Como ejemplo, un incidente ocurrido en Bélgica con pollos dio lugar a que se introdujera un pequeño volumen de aceite de PCB usado (contaminado con PCDF) en grasa que posteriormente fue utilizada para producir raciones para animales domésticos (EU SCAN 2000).

Cuadro II.9.1 Reseña general de la categoría de fuentes incluidas en el grupo 9 – Eliminación / Relleno sanitario

9 – Eliminación / Relleno sanitario		Potencial vector de emisión				
Categoría de fuentes		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
a	Relleno sanitarios, vertidos de residuos y Relleno sanitario Minería		X	X		
b	Alcantarillado/tratamiento del alcantarillado	(x)	X	x	x	x
c	Vertido en aguas abierta		X	X*		
d	Compostaje			x	x	
e	Tratamiento de aceites desechados (no térmico)	x	X	x	x	x

* Sedimento en cañadas, ríos, estuarios y océanos.

Con respecto a las disposiciones del Artículo 5, las fuentes en esta categoría se pueden clasificar como sigue:

Cuadro II.9.2 Pertinente al Artículo 5, Anexo C del Convenio de Estocolmo

No	Categoría de la fuente en el Kit de herramientas	Parte II	Parte III	Categoría de la fuente pertinente en el Anexo C
9e	Waste oil treatment (non-thermal)		X	Refinerías de aceites usados

En el inventario de ejemplo No. 10 se incluye un ejemplo de la elaboración de un inventario de fuentes y estimación de emisiones para este grupo de fuentes.

9a Rellenos sanitarios, vertederos y explotación minera del relleno sanitario

Los rellenos sanitarios y vertederos son lugares donde se entierran residuos en emplazamientos especialmente diseñados y fosas sin revestimientos o donde estos son depositados en pilas en la superficie (vertederos abiertos). Un relleno sanitario diseñado es un lugar de almacenamiento de residuos construido para contener residuos y controlarlos con revestimientos y cubiertas. En contraste, las fosas, vertederos y pilas no cuentan con contención diseñada ni técnicas de control de la contaminación y están mayormente no regulados ni controlados.

En los rellenos sanitarios y vertederos los residuos biodegradables se descomponen formando gases (siendo el metano el componente más importante cuando el proceso de degradación procede de manera anaerobia) y lixiviado. El pasaje de agua de lluvia y otras aguas en los rellenos sanitarios y vertederos genera lixiviado contaminado y escorrentía. Cuando no hay instalado ningún sistema de colección, los gases y el lixiviado del vertedero escapan en forma descontrolada. Si bien no se ha cuantificado/informado PCDD/DFPC en los gases de vertederos, se sabe que están presentes en el lixiviado o filtraciones de rellenos sanitarios y, en ciertos casos, en suelos cercanos.

La combustión de gases de rellenos sanitarios en antorchas y otros dispositivos es analizada en la categoría de fuentes 3c, y las emanaciones debidas a la quema al aire libre de residuos en rellenos sanitarios y vertederos son discutidas en la categoría de fuentes 6b.

Explotación minera del relleno sanitario

Una gran cantidad de PCDD/DFPC y otros COP han sido depositados durante el siglo pasado en rellenos sanitarios y vertederos, y los mayores reservorios surgen de la producción de cloro y organoclorados (cf. Grupo de fuentes 10). La explotación minera y el reciclaje de los rellenos sanitarios, o excavación/remediación de los rellenos sanitarios es un proceso mediante el cual los residuos sólidos previamente utilizados como relleno sanitario son excavados y procesados.

Los objetivos de la explotación minera/reciclado y excavación/remediación pueden ser de tres tipos:

- Recuperación del suelo y del espacio del relleno sanitario
- Recuperación de materiales
- Protección y remediación ambiental

A modo de ejemplo: se extrajo cal contaminada con PCDD/DFPC de un relleno sanitario que contenía residuos de la producción de MCV/1,2-Dicloroetano (Torres y col. 2012). Esta cal contaminada fue parcialmente utilizada para neutralizar pulpa de cítricos que luego fue utilizada como alimento para ganado en Europa. Ello determinó la contaminación de la leche y productos lácteos en varios países europeos (Torres y col. 2012, Malisch 2000; c. inventario de ejemplos 10).

La excavación de rellenos sanitarios con fines de remediación disminuye o impide emanaciones de más compuestos hidrosolubles capaces de contaminar las aguas subterráneas, superficiales o potables. La excavación también puede realizarse en base a consideraciones de costos a largo plazo así como para disminuir la carga para las generaciones futuras.

La cantidad de PCDD/DFPC en rellenos sanitarios excavados es específica para cada emplazamiento y debe ser evaluada en cada caso de manera individual (Forster 2006, Torres y col. 2012, Weber y col.

Enero de 2013

2008). Las actividades de excavación y remediación de rellenos sanitarios que contienen residuos de la industria de organoclorados u otros residuos altamente contaminados con PCDD/DFPC también debe tomar en cuenta los riesgos de la exposición laboral a PCDD/DFPC. Es necesario tratar a los residuos excavados de forma ambientalmente saludable tal como se describe en las Directivas MTD&MPA.

Factores de emisión

La Cuadro II.9.3 incluye una lista de los factores de emisión de PCDD/DFPC correspondientes a tres clases fuentes. Los factores de emisión revisados o recientemente agregados están destacados en rojo. En el Anexo 53 se podrá encontrar información detallada acerca del modo como los factores de emisión han sido derivados.

Orientación para clasificación de las fuentes

Clase 1 se aplica a rellenos sanitarios donde se depositan residuos de los grupos de fuentes 1 a 8.

Clase 2 se aplica a rellenos sanitarios con residuos que pueden contener algunos componentes peligrosos. Un ejemplo típico es el caso en el cual no se ha implementado ningún tipo de gestión de residuos.

Clase 3 se aplica a los rellenos sanitarios con residuos no peligrosos.

Al evaluar las emanaciones de esta categoría de fuentes es necesario asegurarse que no se haga un doble conteo. Esta categoría cubre residuos generados a nivel nacional que se usan para relleno sanitario. No incluye residuos municipales ni peligrosos, de los cuales se da cuenta en otros grupos o categorías de fuentes, especialmente en:

- Grupo de fuentes 1: 1a Incineración de residuos sólidos municipales, 1b Incineración de residuos peligrosos y 1c Incineración de residuos médicos;
- Grupo de fuentes 6: clases 6b1 Incendios en vertederos de residuos o 6b3 Quema al aire libre de residuos del hogar;
- Grupo de fuentes 3: clase 4c1 Producción de ladrillos usando combustibles contaminados o procesos de producción similares de alta temperatura que utilizan combustibles de residuos.

Cuadro II.9.3 Factores de emisiones PCDD/DFPC para rellenos sanitarios, vertederos y explotación minera de rellenos sanitarios categoría de fuentes 9a

9a	Rellenos sanitarios y vertederos de residuos	Factores de emisión (µg EQT/t residuos eliminados)				
	Clasificación	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Desechos peligrosos	NA	5	NA	NA	NA*
2	Desechos mixtos	NA	0,5	NA	NA	50
3	Desechos domiciliarios	NA	0,05	NA	NA	5

*Los residuos en los residuos de las categorías 1 a 8 son detallados en las categorías correspondientes.

Tasas de actividad

Las tasas de actividad podrían estar disponibles a nivel nacional y a nivel municipal. Los datos históricos son generalmente escasos. Por otra parte, los conjuntos de datos correspondientes a PCDD/DFPC en los residuos son inciertos debido a la escasa cobertura regional de estos datos.

Nivel de confianza

Hay múltiples fuentes de incertidumbre asociadas a los niveles de PCDD/DFPC en los residuos y emisiones de los rellenos sanitarios. Por tanto, se asigna a los factores de emisión un nivel de confianza medio a bajo.

9b Aguas residuales y tratamiento de aguas residuales

Las aguas residuales son los residuos que se han disuelto y/o suspendido en agua. Las aguas residuales típicamente incluyen heces y orina humana, agua de baño, el agua que se utiliza para lavar la ropa y otros elementos y, en ciertos casos, escorrentías de las aguas pluviales y las aguas residuales industriales.

Esta categoría detalla las aguas residuales municipales que se colectan y transportan a las instalaciones de tratamiento de aguas residuales. Las aguas residuales no tratadas que se colectan y descargan directamente al agua superficial (ríos, lagos y océanos) son tratadas en la categoría de fuentes 9c llamada Vertido de agua a cielo abierto. Las aguas residuales y el tratamiento de las aguas residuales a partir de la producción industrial son detallados en el Grupo de fuentes 7 – Producción y uso de sustancias químicas y artículos de consumo.

El tratamiento de las aguas residuales varía desde la simple remoción de sólidos de gran tamaño mediante un filtrado grueso hasta una mayor remoción de sólidos en lagunas de decantación, tratamiento biológico y químico, desinfección, filtración por ósmosis y otras tecnologías avanzadas. Estos métodos de tratamiento de aguas residuales comúnmente utilizados producen un efluente acuoso y un residuo sólido, el lodo de aguas residuales. Las concentraciones de PCDD/DFPC en el efluente tratado son habitualmente bajas. Sin embargo, las concentraciones de PCDD/PCDF pueden aumentar en algunos casos hasta 50 veces (Pujadas y col. 2001) cuando se utiliza cloro para desinfectar al efluente tratado. La mayor parte del PCDD/DFPC que se halla en las aguas residuales, y subsiguientemente en el efluente tratado y en el lodo de las aguas residuales, se originan en otros procesos o productos.¹² A modo de ejemplo: el PCDD/DFPC puede estar presente en las aguas residuales porque ha sido lavado de vestimenta y otros textiles tratados con biocidas o tintas y pigmentos contaminados con PCDD/DFPC (cf. categoría de fuentes 7d) debido al ingreso del escorrentías de los depósitos ambientales de PCDD/DFPC a partir de fuentes de combustión en las aguas residuales (Gihl y col. 1991), o debido a descargas de aguas residuales industriales no tratadas al sistema de saneamiento.

Se ha informado PCDD/DFPC durante muchos años en el lodo de las aguas residuales de muchos países (Clarke y col. 2008). En países tales como Alemania y Austria se han informado tendencias

¹² Algunos autores han informado la formación biogénica de DDPC/DFPC a partir de precursores de dioxina tales como los clorofenoles en aguas residuales. No obstante, no es posible cuantificar la transformación biológica en términos de factores de emisión. Dado que el uso de clorofenol (incluyendo PCP) ha disminuido durante las últimas décadas, esta fuente puede ser considerada como no relevante. También se puede producir DDPC/DFPC cuando el lodo se seca en forma térmica.

Enero de 2013

decrecientes, al igual que en España (Martínez y col. 2007, De la Torre y col. 2011). La gestión del lodo también puede resultar en emanaciones de PCDD/DFPC. La aplicación de lodo en el suelo, por ejemplo, puede determinar aumento de PCDD/DFPC en el suelo (Molina y col. 2000, Rideout and Teschke 2004), en la vegetación de los suelos tratados con lodo (Engwall y Hjelm 2000) así como en los tejidos y otros productos de animales que se alimentan a partir de suelos contaminados con PCDD/DFPC (Schuler y col. 1997, Rideout y Teschke 2004). En forma similar, el lodo enterrado en rellenos sanitarios puede contribuir al PCDD/DFPC en los lixiviados de rellenos sanitarios (De la Torre y col. 2011).

Se espera que las aguas residuales no tratadas de zonas remotas, subdesarrolladas y no industriales tengan una concentración relativamente baja de PCDD/DFPC. También cabe esperar bajas concentraciones en países con controles estrictos de las descargas de aguas residuales industriales al sistema de saneamiento, los controles efectivos del uso de PCP, otros biocidas y tintas y pigmentos en textiles, y la prohibición del uso de papel higiénico blanqueado con cloro. Cabe esperar niveles más altos en las zonas urbanas con una industria mixta y el uso de artículos de consumo contaminados con PCDD/DFPC. La descarga de aguas residuales no tratadas en la red pública de saneamiento puede causar altos niveles de PCDD/DFPC en el lodo de saneamiento (a modo de referencia, cf. Grupo 7 Producción y uso de sustancias químicas y artículos de consumo).

Es probable que con formas de tratamiento más avanzadas –tales como el tratamiento biológico y químico– el PCDD/DFPC se concentre en el lodo. Es probable que la cantidad de PCDD/DFPC en el efluente se vea influenciado por la cantidad de sólidos en suspensión restantes en el efluente.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/DFPC para las tres clases de fuentes se encuentran listados en el Cuadro II.9.4. Los factores de emisión revisados o recientemente agregados están destacados en rojo. Encontrarán información detallada de la forma como se han derivados estos factores de emisión en el Anexo 53.

Orientación para clasificación de las fuentes

Clase 1 debe aplicarse donde, además de los efluentes domiciliarios normales, se colectan en un mismo sistema de saneamiento los efluentes industriales que potencialmente pueden contener PCDD/DFPC tal como se describe en las categorías 1 a 8.

Clase 2 debe aplicarse para zonas urbanas e industriales sin un potencial específico para contener PCDD/DFPC.

Clase 3 debe aplicarse a áreas remotas sin fuentes conocidas de PCDD/DFPC y zonas urbanas con insumos domiciliarios en forma exclusiva.

Cuadro II.9.4 Factores de emisión de PCDD/DFPC para la categoría de fuentes 9b Aguas residuales y tratamiento de aguas residuales

9b	Acantarillado y tratamiento de alcantarillado	Factores de emission			
		Aire	Agua (pg EQT/L)	Suelo*	Producto = Residuo (µg EQT/t d.m.)
	Clasificación				

1	Contribuciones domésticas mixtas e industriales específicas**	NA NA	10 ^a 1 ^b		NA ^a 200 ^b
2	Contribuciones urbanas e industriales	NA NA	1 ^a 0,2 ^b		NA ^a 20 ^b
3	Contribuciones domésticas	NA NA	0,04 ^a 0,04 ^b		NA ^a 4 ^b

^asin remoción de lodo, ^bcon remoción de lodo

*Usar FE_{Producto} cuando se aplica al suelo residuo (lodo).

** para aquellas emisiones que no quedan cubierta en el grupo de fuentes 7.

Nota: los factores de emisión se presentan en pg EQT/L de efluentes tratados y en µg EQT por tonelada de lodo cloacal (materia seca = d.m.) generado.

Tasas de actividad

Las tasas de actividad en la producción de lodo cloacal podrían estar disponible a nivel nacional y a nivel municipal. Uno de los desafíos es determinar cuáles instalaciones clasificar como clase 1 con contribuciones industriales específicas. Una encuesta nacional para PCDD/PCDF en lodo cloacal sirve para facilitar la clasificación de la fuente. No se recomienda hacer una encuesta periódica para lodo cloacal, o se la podría realizar cada 5 o 10 años. Para las instalaciones con niveles elevados (por encima de 30 ng EQT/kg), se podrían rastrear las fuentes, una o más, y luego introducir medidas para la reducción de emisiones.

Nivel de confianza

A estos valores del factor de emisión se le asigna un alto nivel de confianza, dada la cobertura geográfica de los conjuntos de datos disponibles y la concordancia que muestran los resultados de los diversos estudios.

9c Vertido en mar abierto

El vertido en aguas abierta es la práctica de arrojar aguas residuales u otros residuos directamente en las aguas superficiales, es decir: ríos, lagos, océanos y aguas subterráneas.

Factores de emisión

En el Cuadro II.9.5 se enumeran los factores de emisión de PCDD/PCDF para tres clases de fuentes.

Orientación para clasificación de las fuentes

Clase 1 se debe aplicar si las aguas residuales que se vierten incluyen aguas residuales tanto domésticas como industriales, que contengan PCDD/PCDF potencialmente, tal como se describe para el grupo de fuentes 1 a 8 o escorrentías de agua de tormenta de áreas urbanas, periurbanas o industrializadas.

Clase 2 se debe aplicar para áreas urbanas y periurbanas con pocas industrias o sin ellas.

Clase 3 incluye áreas remotas sin fuentes conocidas de PCDD/PCDF.

Cuadro II.9.5 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 9c Vertido en mar abierto

9c	Vertido en mar abierto	Factores de emisión ($\mu\text{g EQT}/\text{m}^3$)				
	Clasificación	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Aguas residuales mezcladas, domésticas e industriales	NA	0,005	NA	NA	NA
2	Aguas residuales urbanas y periurbanas sin componente industrial o poco	NA	0,0002	NA	NA	NA
3	Ambientes lejanos	NA	0,0001	NA	NA	NA

9d Compostaje

El compostaje es la decomposición biológica de residuos sólidos biodegradables bajo condiciones controladas predominantemente aeróbicas a un estado que sea suficientemente estable como para poderse almacenar y manipular sin estorbos y que esté con la maduración correcta como para usarlo de modo seguro en la agricultura (Díaz y col. 2005). El material con que se elabora el compostaje incluye una serie de materiales de naturaleza diversa, por ejemplo residuos de cocina y jardín, lodo cloacal, residuos de cultivos agrícolas, algunos residuos industriales, estiércol y heces humanas.

Los valores de PCDD/PCDF en compost en Europa estuvieron entre 3 y 12 ng EQT/kg (Brändli y col. 2005, 2008). En Brasil, los composts orgánicos (separados en la fuente) tuvieron un contenido promedio de PCDD/PCDF de 14 ng EQT/kg (Grossi y col. 1998). Sin embargo, los composts producidos a partir de residuos mezclados donde se separaron las fracciones orgánicas después de la recolección ("compost gris") tuvieron un promedio de 57 ng EQT/kg, con un máximo de 150 ng EQT/kg en áreas metropolitanas, y un promedio de 27 ng EQT/kg en pueblos pequeños (Grossi y col. 1998). El compost afectado por el lodo proveniente de la pasta de celulosa y papel en cuando se usó el Proceso Kraft también tuvieron valores altos (99 ng EQT/kg). Estos composts "grises" con niveles de 50 ng EQT/kg y más elevados no se consideraron adecuados para agricultura o la horticultura in Europa. Sin embargo, las normas difieren entre otras regiones y países.

Factores de emisión

Los factores de emisión de PCDD/PCDF para dos clases fuente se enumeran en el Cuadro II.9.6. Los factores de emisión revisados o recién agregados están destacados en rojo. Por más detalles sobre la forma en que se derivaron estos factores de emisión referirse al Anexo 53.

Orientación para clasificación de las fuentes

Clase 1 se debe aplicar cuando se separa la fracción orgánica de los residuos mixtos y luego se hacen compost. Esos composts también contienen niveles más altos de metales y plásticos.

Clase 2 se debe aplicar para compost donde se han separado los componentes orgánicos (cocina/residuos de mercados, frutas, hortalizas, etc.) en la fuente o se han usado materiales verdes.

Cuadro II.9.6 Factores de emisión de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 9d Compostaje

9d	Compostaje	Factores de emisión ($\mu\text{g EQT}/\text{t d.m.}$)				
	Clasificación	Aire	Agua	Suelo*	Producto	Residuo
1	Compost de residuos orgánicos separados de residuos mixtos	NA	NA	NA	50	NA
2	Compost limpio (residuos orgánicos)	NA	NA	NA	5	NA

	separados en la fuente o material verde)					
--	--	--	--	--	--	--

*El compost finalmente se aplica al suelo

Tasas de actividad

Se podrá tener acceso a las tasas de actividad de la producción de compost a nivel nacional y a nivel municipal. Sin embargo, es posible que las tasas de compostaje en los hogares no estén disponibles en el departamento de estadística nacional, por lo que habrá que realizar un relevamiento o consultar a un experto.

Nivel de confianza

Se asignó un nivel de confianza alto a los valores de factor de emisión. Sin embargo, existen dudas en la utilización residuos industriales orgánicos (ej. de la industria de la celulosa y del papel).

9e Tratamiento de aceites residuales (no térmico)

Es difícil estimar las liberaciones de PCDD/PCDF a partir del tratamiento de aceites residuales por varias razones. En primer lugar, no existe una definición clara de aceites "usados" o "residuales". A los efectos del Kit de herramientas, se considera aceite residual (o aceite usado) a cualquier aceite derivado del petróleo, sintético o de origen vegetal o animal que ha sido utilizado. Los aceites residuales provienen de dos grandes fuentes: aceites industriales usados y aceites residuales de origen vegetal o animal. Entre los aceites residuales industriales se pueden identificar tres tipos principales: aceite industrial (ej. aceite hidráulico, lubricante de motores, aceite de corte), aceite de taller y aceite de transformador. Podrá encontrar más información en las Directrices MTD & MPA.

Se han detectado aceites residuales contaminados con PCDD/PCDF y PCB. Los aceites con PCB provenientes de transformadores se abordan en la categoría de fuente 10f.

En la actualidad, no existen pruebas de la formación de PCDD/PCDF o PCB en refinerías de aceites residuales. Los datos disponibles indican que las liberaciones de PCDD/PCDF y PCB procedentes de refinerías de aceites residuales o de plantas de manipulación y manejo provienen de la producción industrial o deliberada de PCB o de clorobenceno presentes en los aceites residuales ya sea por contaminación durante el proceso de síntesis (de estos químicos) o por contaminación en la fase de utilización o en las primeras etapas del proceso de reciclaje. Podrá encontrar más información en las Directrices MTD & MPA.

Los aceites residuales que se recogen en los países suelen destinarse a otros procesos y deben incluirse en las categorías de incineración de residuos (1a y 1b), centrales de energía (3a), calefacción y cocina domésticas (3e), cementeras (4a), fábricas de ladrillos (4c), plantas de mezcla de asfalto (4f) o transporte (5d).

Al manejar aceite contaminado con PCDD/PCDF o PCB, el personal que lo recoge o manipula puede estar expuesto a riesgos. Se pueden producir emisiones difusas durante el almacenamiento y la manipulación. Además, un posible derrame puede contaminar el medio ambiente. Los residuos de las operaciones de reciclaje pueden contener altas concentraciones de PCDD/PCDF. La eliminación incorrecta de residuos puede causar la contaminación del suelo y del agua. Es de suponer que haya que realizar una evaluación específica, ya sea en el lugar o del proceso en sí mismo.

En la actualidad, no se pueden proporcionar factores de emisión con respecto a ningún vector de liberación.

10 – Emplazamientos y puntos calientes contaminados

El artículo 6 del Convenio de Estocolmo alienta a las partes a desarrollar estrategias para identificar emplazamientos contaminados con COP no intencionales. Este grupo de fuentes incluye una lista indicativa de actividades que podrían haber dado lugar a la contaminación de suelos y sedimentos con PCDD/PCDF y otros COP no intencionales, incluyendo los depósitos conexos.

Los PCDD/PCDF de los reservorios que incluyen emplazamientos y puntos calientes contaminados representan hoy en día una fuente importante de exposición humana, a menudo a través de la contaminación de alimentos: recientemente hubo accidentes que involucraron alimentos para humanos y animales en Europa, causados por contaminación histórica con PCDD/PCDF de la producción pasada de productos organoclorados y emplazamientos contaminados (Fiedler y cols. 2000b, Torres y cols. 2012, Weber y cols. 2008a,b) señalando que los PCDD/PCDF se liberan de estas fuentes hacia la cadena alimentaria.

El procedimiento comprende tres tareas:

- I. Identificar actividades históricas que podrían haber causado contaminación e identificar los emplazamientos potencialmente contaminados;
- II. Evaluar estos emplazamientos respecto a la probable magnitud de la contaminación y jerarquizarlos de acuerdo al riesgo de exposición;
- III. Evaluar el grado de contaminación de los emplazamientos más significativos mediante un análisis detallado.

Pasos para la identificación, jerarquización y análisis detallado de los emplazamientos

I. Identificación de emplazamientos potencialmente contaminados

Existe una amplia variedad de fuentes de PCDD/PCDF en el mundo, lo cual probablemente ha dado lugar a un alto número de emplazamientos (potencialmente) contaminados por liberaciones históricas. El Kit de herramientas muestra que la fortaleza de varias fuentes de PCDD/PCDF varía en varios órdenes de magnitud. Por lo tanto, una priorización de emplazamientos contaminados por fuentes históricas debe considerar la cantidad total de PCDD/PCDF probablemente producida por las respectivas fuentes, los esquemas de manejo relacionados y los esfuerzos de destrucción en el pasado. A menudo no se conocen los detalles de liberaciones históricas; por lo tanto para hacer el inventario y categorizar los emplazamientos se necesita un enfoque por etapas.

Las mayores cantidades de PCDD/PCDF y otros COP no intencionales fueron generadas en los procesos de producción de productos químicos organoclorados, en particular de precursores de PCDD/PCDF tales como los clorofenoles, PCB u otros compuestos aromáticos clorados. Se han documentado decenas a centenas de kg de EQT de depósitos para fábricas individuales (Götz y cols. 2012, Verta y cols. 2010, Forter 2006); se registraron cantidades del mismo orden de magnitud para puntos calientes únicos (Götz y cols. 2012). Lo mismo se aplica al HCB producido en forma no intencional, en lugares donde algunas fábricas individuales han eliminado residuos de HCB en el orden de 10.000 toneladas (Weber y cols. 2011b, Vijgen y cols. 2011).

Al fijar las prioridades para establecer inventarios y evaluar emplazamientos potencialmente contaminados con PCDD/PCDF y otros COP no intencionales, así como los depósitos (históricos) de residuos contaminados deberían considerarse los siguientes grupos de fuentes¹³:

- Producción de cloro (en particular procesos de cloro-álcali que han usado electrodos de grafito)
- Sitios de producción de precursores de PCDD/PCDF (ej. clorofenoles, plaguicidas clorados, PCB) o precursores de HCB (ej: percloroetano, tricloroetano, tetraclorometano) y depósitos de residuos relacionados.
- Fábricas que han usado cloro elemental en el proceso de producción (ej. producción de magnesio, o producción de pulpa y papel) con altos niveles de liberación de PCDD/PCDF, a menudo en sólidos/lodos o al agua, incluyendo los sedimentos contaminados relacionados.
- Sitios donde se usaron o aplicaron compuestos organoclorados que se sabe contienen PCDD/PCDF o un potencial precursor de PCDD/PCDF (plantas de producción de equipos rellenos de PCB, uso de PCP en la preservación de madera, áreas de aplicación de plaguicidas que contienen PCDD/PCDF).
- Emplazamientos donde se almacenan al final de vida útil o se eliminan/vierten compuestos organoclorados que se sabe contienen PCDD/PCDF o potenciales precursores de PCDD/PCDF (almacenamiento/enterramiento de plaguicidas obsoletos, almacenamiento de PCB).
- Fuentes térmicas con alta liberación histórica de PCDD/PCDF al aire, agua o residuos y contaminación conexas.
- Accidentes, incluyendo incendios, con líquidos u otros materiales contaminados con PCDD/PCDF (a menudo tienen lugar en fuentes mencionadas antes).

En general antes de elaborar el inventario no se dispone de datos de monitoreo. Se prepara por lo tanto un listado de emplazamientos contaminados solamente basándose en información de actividades históricas que probablemente hayan dado lugar a una elevada liberación de PCDD/PCDF y otros COP no intencionales en el último siglo. En consecuencia, en la etapa inicial de desarrollo del inventario, los emplazamientos relacionados a la lista anterior de actividades de alta prioridad pueden categorizarse sin una evaluación detallada, como “emplazamientos potencialmente contaminados”. Utilizando este enfoque simple (Nivel 1), se puede hacer inicialmente una lista con un amplio espectro de “emplazamientos potencialmente contaminados”. A menudo, en esta etapa, solamente las fábricas y áreas que rodean las fuentes conocidas o sospechosas pueden identificarse como “potencialmente contaminadas”, sin conocer detalles sobre por ej., depósitos, suelos o sedimentos contaminados. Estos emplazamientos se incluirán en una lista o base de datos de emplazamientos contaminados, haciendo notar que se necesitarán más estudios.

II. Jerarquización de los emplazamientos contaminados

En esta segunda fase (Nivel 2), estos “emplazamientos potencialmente contaminados” están sujetos a una posterior evaluación de su producción histórica, y evaluación de la cantidad de productos químicos producidos, generación y manejo de residuos, procesos térmicos usados para la destrucción o liberaciones y vectores históricos de liberación. En esta evaluación de nivel 2 se evalúa la ubicación

¹³ Esta lista se estableció de acuerdo al ciclo de vida del cloro y los compuestos organoclorados.

exacta de emplazamientos contaminados, en particular plantas de producción, rellenos sanitarios y vertederos conexos, ríos y lagos que han recibido liberaciones y áreas en las cuales se han depositado liberaciones aéreas. Estos lugares pueden identificarse como “emplazamientos probablemente contaminados” o “emplazamientos contaminados”, dependiendo de los niveles de contaminación con PCDD/PCDF. Estos datos podrían estar documentados en archivos de las respectivas compañías o las autoridades competentes responsables de la inspección /auditoría de las fábricas. Además, se pueden usar datos de fábricas con producción o tecnologías similares para una primera estimación semicuantitativa. El Nivel 2 ya podría incluir un primer tamizaje de la contaminación con PCDD/PCDF en los emplazamientos sospechosos con alto riesgo de exposición humana, para evaluar o confirmar la contaminación con PCDD/PCDF y facilitar las acciones apropiadas. Según se desprende de la recopilación de esta información, el emplazamiento puede enumerarse en el inventario como un emplazamiento (probablemente) contaminado, y se debería señalar la necesidad de una evaluación posterior detallada. Ya en esta etapa, el lugar podría clasificarse como emplazamiento de alta prioridad o como emplazamiento de baja prioridad. Dependiendo de la clasificación de prioridad, se informa a la autoridad competente respectiva y al dueño del emplazamiento sobre los pasos necesarios para una posterior evaluación detallada de contaminación (Nivel 3) y la urgencia de esta evaluación. Debería realizarse una evaluación preliminar del riesgo para cada emplazamiento/punto crítico, para establecer las necesarias prioridades nacionales, de modo que en el caso de presupuestos disponibles limitados, se puedan seleccionar y manejar los emplazamientos más urgentes..

III. Evaluación detallada de los emplazamientos contaminados más importantes

En la tercera fase (Nivel 3), se conduce una evaluación detallada del emplazamiento, incluyendo la medición del terreno para evaluar la extensión de la contaminación de los suelos, sedimentos y posiblemente aguas superficiales y subterráneas (para los COP no intencionales más hidrosolubles). Esta evaluación también incluye una evaluación de las potenciales liberaciones y exposición humana por las vías pertinentes. Deberían recopilarse registros detallados de la ubicación de los emplazamientos, por ej., lugares donde tuvieron lugar operaciones potencialmente contaminantes y donde se eliminaron los residuos asociados, idealmente usando datos geoespaciales. También habría que evaluar y registrar el uso actual del emplazamiento y cualquier riesgo de exposición humana. También podrían desarrollarse en esta etapa una evaluación de riesgo detallada y un modelo conceptual del emplazamiento.

Se han recopilado detalles sobre la evaluación de emplazamientos contaminados con COP en los siguientes documentos y por lo tanto no se incluyen en la descripción más adelante.

- a) “Kit de herramientas de investigación y manejo de emplazamientos contaminados con COP”, de ONUDI, que procura asistir a los países en desarrollo en la identificación, clasificación y priorización de los emplazamientos contaminados con COP.
(<http://www.unido.org/index.php?id=1001169>). El informe puede bajarse de internet.¹⁴
- b) “La Caja de herramientas sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) del Banco Mundial, que brinda módulos de entrenamiento y herramientas interactivas de enfoques con

¹⁴http://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/Environmental_Management/Stockholm_Convention/COP/toolKit/Contaminated%20site.pdf.

base en el riesgo para priorizar y manejar emplazamientos contaminados con COP y otras sustancias peligrosas. (<http://www.popstoolKit.com/>).

En el inventario de ejemplo 11 se presentan una serie de exámenes prácticos y casos de mejores prácticas de inventarios de PCDD/PCDF para las categorías de fuentes más relevantes, incluyendo, donde se encuentre disponible, datos cuantitativos de PCDD/PCDF.

Es importante señalar que los emplazamientos contaminados, en particular las plantas de producción química más grandes, a menudo se ven afectados por contaminantes de variada naturaleza; la contaminación con PCDD/PCDF y otros COP no intencionales podría estar unida a contaminación con otros compuestos organohalogenados o metales pesados, lo que también podría incluirse en la evaluación del emplazamiento. Por ejemplo, los procesos cloro-álcali que han usado tecnología de mercurio, a menudo produjeron la contaminación por una combinación de mercurio, PCDD/PCDF, PAH y otros metales pesados. (Otto y cols. 2006). Todos estos aspectos deberían tomarse en consideración en el proceso de identificación y elaboración del inventario de los emplazamientos contaminados.

La identificación e inventario de los emplazamientos contaminados es solamente un primer paso para el manejo de riesgos conexos y para la limpieza y rehabilitación finales. Debería establecerse un cierto tipo de gestión de emplazamientos contaminados.

Bases de datos y registros de emplazamientos contaminados

Los datos de inventarios deberían integrarse finalmente en bases de datos nacionales de emplazamientos contaminados. Tomando en consideración la multiplicidad de los contaminantes de muchos emplazamientos contaminados, es tanto práctico como económico el mantener una única base de datos nacional para todos los emplazamientos contaminados, con información sobre los tipos de contaminantes para los emplazamientos respectivos, incluyendo PCDD/PCDF, PCB y otros posibles COP.

Estas bases de datos nacionales de emplazamientos contaminados se han desarrollado a lo largo de las tres décadas pasadas en algunos países. Por ejemplo, el Programa de Superfondo¹⁵ de los Estados Unidos se basa en este tipo de inventario de recopilación nacional de emplazamientos contaminados (ver el ejemplo de inventario para categorías de fuente 10I). Canadá tiene un inventario federal de emplazamientos contaminados que está disponible al público, incluyendo PCDD/PCDF y PCB como contaminantes listados¹⁶. Algunos países han desarrollado y publicado guías transparentes para el desarrollo de estos inventarios, por ej. la EPA de Suecia (Swedish EPA 2002)

También se han establecido bases de datos específicas de emplazamientos contaminados mundiales o regionales, por ej., el Instituto Blacksmith (www.worstpolluted.org), la organización Robin des Bois (www.robindesbois.org), la Asociación de HCH y Plaguicidas (www.ihpa.org) (Vijgen y cols. 2011).

La elaboración de estos inventarios de emplazamientos contaminados puede enmarcarse en la legislación que exige su establecimiento para la protección de las futuras generaciones y/o la

¹⁵ <http://www.epa.gov/superfund>

¹⁶ <http://www.tbs-sct.gc.ca/fcsi-rscf/home-accueil-eng.aspx>

protección y gestión de suelos y recursos hídricos. La Comisión Europea ha establecido este tipo de requisito en la propuesta de una directiva marco de suelos (EC 2006).¹⁷

Si un país ya tiene una base de datos nacional sobre emplazamientos contaminados, la información recogida por inventarios de emplazamientos contaminados con PCDD/PCDF y otros COP no intencionales se agregará a la base de datos existente. Si en el país no existe este tipo de base de datos, el establecimiento de un inventario de emplazamientos contaminados puede ser el inicio del desarrollo de una base de datos de inventarios de emplazamientos contaminados.

Usando el enfoque en tres fases, se pueden jerarquizar y evaluar las diversas categorías y emplazamientos dentro de las categorías, de acuerdo a las prioridades de riesgo fijadas. Estas evaluaciones también se incluyen en la base de datos sobre inventarios de emplazamientos contaminados.

10a Sitios de producción de cloro

Algunos procesos de la fabricación de cloro se han asociado a una elevada formación y liberación de PCDD/PCDF y otros COP no intencionales (Weber y cols. 2008). Además de las liberaciones bien documentadas del proceso cloro-álcali (Otto y cols. 2006), la producción pasada de cloro utilizando el proceso de Weldon o Deacon también provocó la contaminación de los emplazamientos con PCDD/PCDF (Balzer y cols. 2007,2008).

I. Producción de cloro-álcali

La fabricación de cloro utilizando ánodos de grafito genera contaminación de los residuos con PCDD/PCDF. Se han informado niveles de contaminación cercanos a 4 mg EQT/kg en los residuos de cloro-álcali (She y Hagenmaier 1994, Otto y cols. 2006). El único planta de producción de cloro-álcali para el cual se ha publicado un inventario de PCDD/PCDF funcionó en Rheinfelden, Alemania. Se estimó que los residuos eliminados y los suelos contaminados contenían un total de 8.5 kg I-EQT de PCDD/PCDF, provenientes de residuos de procesos de cloro-álcali (ver ejemplo 10a1)

En el pasado el cloro se producía usando casi exclusivamente ánodos de grafito, hasta que gradualmente se fue reemplazando por ánodos de metal y otras tecnologías, comenzando en la década de 1970. Los residuos de grafito estaban altamente contaminados con PCDF, PCN y otros PAHs clorados, principalmente de la reacción entre el cloro y el aglutinante de alquitrán (Takasuga y cols. 2009). En las regiones en desarrollo, los ánodos de grafito se han usado hasta hace poco tiempo y es posible que se sigan utilizando hasta el presente.

Las ubicaciones primarias de contaminación de estas operaciones incluyen el suelo, y si ha ocurrido filtración, los compartimentos vecinos y eventualmente los sedimentos de ríos cercanos. Las elevadas concentraciones de mercurio también podrían ser un indicador de contaminación con PCDD/PCDF. Los niveles de bario en los residuos cloro-álcali eliminados también han resultado parámetros útiles y baratos para el seguimiento de la contaminación de residuos y depósitos. Este enfoque fue utilizado para el despistaje y mapeo de un emplazamiento alemán afectado por residuos cloro-álcali (Otto y cols.2006; ver ejemplo 10a1).

¹⁷ COM(2006)232, http://ec.europa.eu/environment/soil/three_en.htm

II. Proceso Leblanc y producción asociada de cloro/lejía

El proceso de Leblanc Soda y otros procesos asociados produjeron concentraciones elevadas de PCDF (y pequeñas concentraciones de PCDD). Se han informado niveles de PCDD/PCDF de hasta 500 µg EQT/kg en depósitos de una antigua fábrica Leblanc alemana (Balzer y cols. 2007, 2008; ver ejemplo 10aII). El proceso Leblanc se usó ampliamente hasta comienzos del siglo XX para producir sal sosa/ carbonato de sodio (Na_2CO_3) a partir de cloruro de sodio (NaCl). El residuo de este proceso (HCl) se reciclaba por oxidación en algunas fábricas para producir hipoclorito de calcio/cloro (polvo blanqueador), fuera por vía de óxido de manganeso (proceso de Weldon), fuera por catalizador de CuCl_2 (proceso de Deacon) (Weber y cols. 2008, Encyclopaedia Britannica 1911). La principal fuente de precursores de PCDD/PCDF era alquitrán de carbón que se usaba como relleno y material de protección de superficies. Además de PCDD/PCDF, se formaban otros COP no intencionales y compuestos aromáticos clorados (Takasuga y cols. 2009, Bogdal y cols. 2008)

Las fábricas Leblanc operaron predominantemente en el Reino Unido, Francia y Alemania, con pocas instalaciones en otros países europeos (Balzer y cols. 2008; ver ejemplo 10aII). Para inventarios de antiguos emplazamientos Leblanc, es importante evaluar si la fábrica reciclaba HCl a cloro/lejía, porque el reciclaje se asociaría a elevados niveles de PCDD/PCDF en los residuos y probable contaminación de la tierra donde se depositaron estos residuos. Además, se ha encontrado contaminación con PCDD/PCDF en áreas en las cuales operaron hornos Leblanc que fueron luego demolidos (Balzer y cols. 2008).

10b Emplazamientos de producción de organoclorados

Los lugares de mayor contaminación por PCDD/PCDF y puntos calientes han surgido como consecuencia de la producción y aplicación de organoclorados. Para algunos procesos de producción, han sido/son otros los COP que constituyen los principales residuos. Además, se han depositado grandes cantidades del producto en o cerca de los lugares de producción, ya sea como remanente en los residuos o como lotes defectuosos. Un claro ejemplo de esto es el lindano/HCH, para el cual únicamente un 15% de la masa termina como producto y el restante 85% queda como residuos de isómeros HCH, vertidos en las proximidades de las instalaciones de producción. La producción de DDT y endosulfano también genera grandes cantidades de residuos que contienen COP, los que habitualmente son llevados a rellenos sanitarios. Hoy en día los residuos de la industria de organoclorados son destruidos en incineradores MTD/MPA en las regiones desarrolladas. Sin embargo, hasta las décadas de 1970/1980 estos residuos eran habitualmente llevados a rellenos sanitarios o vertederos. Es probable que aun hoy en día en las regiones en vía de desarrollo estos residuos sean dispuestos en rellenos sanitarios.

Un inventario de dichas plantas de producción y otros lugares relacionados contaminados deberá tomar en consideración lo siguiente:

- Se deberá evaluar tanto la cartera de producción anterior como la actual, en busca de productos químicos que contengan, o posiblemente contengan, PCDD/PCDF, HCB u otros COP no intencionales (ver Anexo 2 y ejemplo 10bIII). Se espera que las concentraciones más altas de PCDD/PCDF sean aquellas asociadas a la producción de fenoles clorados, sus derivados y otros compuestos aromáticos clorados. Sin embargo, la producción de otros químicos no aromáticos como los solventes clorados también ha generado residuos que

contienen COP, por ejemplo, 10 000 toneladas de HCB producidas de forma no intencional en plantas de producción individuales (Weber y col. 2011).

- Se deberán examinar tanto las prácticas anteriores de gestión de los residuos como las actuales y se deberá elaborar un inventario de los plantas de producción, depósitos de reservas y rellenos sanitarios conexos (ver ejemplos 10bII y 10bIII).
- Habrá grandes probabilidades que los edificios y suelos emplazados en los lugares donde actualmente se produzcan organoclorados, o se hayan producido en el pasado, resulten contaminados con PCDD/PCDF
- Si se han vertido aguas residuales en aguas receptoras, los sedimentos y planicies aluviales de sistemas fluviales enteros o bahías pueden resultar contaminados (ver ejemplo 10bI).
- Si se ha permitido que las aguas residuales sedimenten en estanques, los sedimentos o los lodos de los estanques de decantación pueden contener elevadas concentraciones de PCDD/PCDF

II. Antigua producción de lindano donde se han reciclado los residuos de isómeros HCH

En la producción de lindano (gama-HCH), en el paso de la cloración del benceno se forman aproximadamente 85% de los residuos de los isómeros HCH como COP no intencional (Vijgen y col. 2011). Se solía separar el isómero gama activo utilizado, y los restantes 85 a 90% de los residuos de isómeros, mayormente alfa-HCH y algún beta, delta y épsilon-HCH, eran vertidos. Esta práctica ha generado las existencias de COP más grandes a nivel mundial, estimadas entre 4 y 7 millones de toneladas, las cuales son descartadas generalmente en las cercanías de las fábricas (Vijgen 2006a,b, Vijgen y col. 2011). Para evitar esto, algunas plantas de producción reciclan los residuos de isómeros (Vijgen y col. 2011; ver ejemplo 10bII). El reciclado del HCH por descomposición térmica para producir tri/tetraclorobenceno técnico generó residuos altamente contaminados con un 1,4 a 13% de PCDD/PCDF con EQT-I en el rango de ppm alto (90 a 610 ppm) (Vijgen y col. 2011, Zheng y col. 1999). La cantidad total de PCDD/PCDF en los residuos vertidos registrados por la empresa alemana se estimó entre 333 y 854 kg de PCDD/PCDF ETQ-I (53-102 toneladas totales de PCDD/PCDF) (Götz y col. 2012; ver ejemplo 10bII). Debido a que el reciclado de los residuos de HCH se llevó a cabo en varias plantas de producción de lindano, es de esperar también la aparición de contaminación relacionada en dichos lugares (Vijgen y col. 2011).

III. Plantas de producción (en el pasado) de otros productos químicos para los cuales se conoce o se sospecha la presencia de PCDD/PCDF u otros COP no intencionales

Se considera que hay toda una serie de residuos de la producción de los productos químicos organoclorados que se encuentran contaminados con PCDD/PCDF u otros COP no intencionales (ver Anexo 2). Hay ciertos datos disponibles sobre los niveles en los productos (ver grupo fuente 7); sin embargo, no se han publicado datos en cuanto a los niveles de PCDD/PCDF u otros COP no intencionales en los residuos. Los factores de emisión para la mayoría de los residuos no están disponibles al momento y dependerán de las tecnologías específicas utilizadas. Es necesario elaborar datos detallados para el inventario de las plantas individuales de producción, incluyendo información de los productos (del pasado) y los productos intermedios y los procedimientos de gestión y eliminación correspondientes. Estas plantas de producción y depósitos asociados pueden ser inventariados como posiblemente contaminados con PCDD/PCDF, especificando que “se necesita una

posterior evaluación". Por ejemplo, se ha elaborado un inventario para los residuos de producción generados y vertidos por la Industria Química de Basilea (ver ejemplo 10bIII).

IV. Lugares de producción de solventes clorados y otros "Residuos de HCB"

En la producción de ciertos solventes (p.ej.: tetracloruro de carbono, tetracloroetano, triclorobencenos, tricloroetano, triclorotoluenos) se genera una gran cantidad de residuos que contienen HCB como el contaminante principal (residuos de HCB) (Jacoff y col. 1986, Jones y col. 2005). En una planta, se calculó un factor de emisión de 1,8% a partir de los solventes producidos (ver ejemplo 10bIV; Weber y col. 2011b). Otros estudios han estimado que se genera un 4% de "residuo de HCB" en la producción de tetracloroetano. Se ha observado que en la producción de algunos solventes, las fábricas individuales han depositado o almacenado unas 10.000 toneladas de residuos de HCB (Weber y col. 2011a,b). Algunos de estos residuos contienen niveles significativos de PeCB (ver ejemplo 10bIV).

Para la elaboración del inventario de depósitos y vertederos de la producción de solvente se recomiendan los siguientes pasos:

- Establecer las cantidades totales de producción de solventes organoclorados por lugar de producción.
- Definir si se encuentran disponibles datos específicos por residuos generados en fábrica o datos en cuanto al total de residuos depositados. De lo contrario se puede utilizar un factor del 2% de "residuo de HCB" para los solventes antes mencionados.
- Evaluar las prácticas de gestión de residuos a lo largo del tiempo, es decir, el tiempo durante el cual se hayan depositado los residuos hasta cuando se comenzaron a aplicar tratamientos mejorados/capacidad de destrucción para la producción de residuos.
- Hacer un mapeo y evaluación de los depósitos, contaminación y riesgos asociados.

El HCB es también el principal contaminante COP no intencional en la producción de ciertos plaguicidas (por ejemplo, PCNB, PCP, dacthal, daconil, hexaclorociclopentadieno) (Jacoff y col. 1986) y de ácido tetracloroftálico y tintes relacionados como las ftalocianinas cloradas (Gobierno de Japón 2007). Para estos sitios de producción se puede utilizar un abordaje similar al de evaluación de los "residuos de HCB" de los solventes.

V. Producción (pasada) de PCB y de materiales/equipos que contienen PCB

La producción de PCB y de materiales que contienen PCB (barniz/pinturas, sellantes, etc.) fue llevada a cabo en plantas químicas y, la de equipos que contienen PCB en plantas electrotécnicas. De acuerdo con Fedorov (2003) e Ishankulov (2008), las liberaciones anuales de PCB al medio ambiente por los procesos de producción de condensadores que contienen PCB en la planta Ust-Kamenogorsk en Kazajistán generaron unas 188-227 toneladas de PCB (10-12% del PCB total utilizado). Estas liberaciones causan una fuerte contaminación ambiental con PCB y PCDD/PCDF, especialmente en las plantas de producción. Estos lugares deberán, entonces, ser tratados como posibles puntos calientes. Además, los emplazamientos de almacenamiento de residuos sólidos y lodos cloacales de dichas instalaciones también deben ser considerados como potenciales puntos calientes.

El procedimiento para identificar estos posibles puntos calientes comprende los pasos descritos a continuación:

- Elaboración de una lista de empresas en las que se lleve a cabo la producción de PCB o de materiales/equipos que contengan PCB;
- Recolección de información general de la empresa (ubicación, área que ocupan sus instalaciones, tiempo de producción, volumen de la producción de PCB o PCB utilizado, volumen de los residuos que contienen PCB, aguas residuales y lodos cloacales, emisiones de estos vectores, etc.);
- Ubicación de los vertederos para residuos que contienen PCB y depósito de lodos cloacales;
- Recolección de información acerca de pérdidas de PCB, monitoreo de la presencia de COP en el medio ambiente, etc.;
- Estimación de las descargas de PCDD/PCDF al medio ambiente a partir de los datos de filtraciones de PCB.

10c Emplazamientos de aplicación de plaguicidas y productos químicos que contienen PCDD/PCDF

Estos emplazamientos incluyen lugares donde se hayan aplicado plaguicidas y otros productos químicos que contienen PCDD/PCDF. Los plaguicidas/herbicidas que contienen Dioxina, como el 2,4,5-T, 2,4-D, PCP, entre otros, han sido utilizados por el sector agrícola para reducir la densidad de la vegetación. En Vietnam, la pulverización del defoliante Agente Naranja y de otros agentes que contenían 2,4,5-T/2,4-D durante el período 1963-1970 causó una fuerte contaminación ambiental y exposición humana (Schechter 1994, Allen 2004) liberando unos 366 kg de EQT (Stellmann y *col.* 2003). Se elaboró un inventario exhaustivo para el uso histórico de plaguicidas en el sector agrícola (principalmente PCP y CNP) para Japón y se estimó en unos 460 kg de EQT, habiendo migrado en parte desde campos agrícolas a sedimentos fluviales y mares (ver ejemplo 10c). La contaminación presente en la leche materna en Japón hoy en día se correlaciona con el uso de plaguicidas en el pasado (Tawara y *col.* 2006, Weber y *col.* 2008).

Otros químicos organoclorados que han causado la contaminación de grandes plantas de producción son, por ejemplo, solventes como el tetracloroetano o tricloroetano, los cuales pueden estar contaminados con HCB y PeCB.

Para elaborar el inventario de un país, se puede utilizar ya sea los datos de medición propios de PCDD/PCDF del uso histórico de plaguicidas y otros productos químicos, o los factores de emisión estipulados en otros estudios (ver ejemplo 10c). En el inventario deben incluirse las áreas afectadas y los sistemas fluviales cercanos. Se puede evaluar también los niveles de PCDD/PCDF presentes en los animales alimentados a pasto y la leche, o en los peces en los sistemas hídricos afectados.

10d Fabricación de madera y lugares de tratamiento

Los aserraderos y plantas de fabricación de la madera suelen asociarse al uso de pentaclorofenol. Los suelos y sedimentos pueden verse contaminados con PCDD/PCDF debido a que estas industrias usan grandes volúmenes de agua y se encuentran por lo general cerca de ríos. El uso de PCP en Suecia, por ejemplo, ha liberado entre 5 y 50 kg de EQT en estos emplazamientos y unos 200 kg de EQT adicionales en el producto (Agencia de Protección del Medio Ambiente de Suecia, 2005). Debido a que PCP y PCP-Na poseen una solubilidad en agua más elevada y una vida media más

breve, la concentración de PCP en suelos o sedimentos nos brindará solamente una aproximación indicativa de la contaminación por PCDD/PCDF.

Los inventarios pueden ser elaborados utilizando las cantidades pasadas de aplicación y los niveles de contaminación. Además de un inventario de los emplazamientos de aplicación de PCP, se puede también establecer un inventario aproximado del uso pasado de PCP y de la presencia de PCDD/PCDF asociados en la madera tratada.

10e Fábricas de textiles y cueros

Este sector ha utilizado, y en muchos casos sigue utilizando, PCDD/PCDF y otros COP no intencionales que contienen productos químicos como el PCP, cloranil y ciertos tintes. Es lógico pensar que en estas plantas de producción donde se han depositado, utilizado y descartado estos químicos se confirme que son emplazamientos contaminados o puntos calientes. Los sedimentos adyacentes y depósitos de residuos son particularmente sensibles a la contaminación. Aquellas áreas donde se han aplicado lodos provenientes de la producción o del tratamiento de aguas residuales pueden también estar contaminadas y deberán ser incluidas en el inventario.

10f Uso de PCB

El uso de PCB ha generado la contaminación con PCDF y otros PCB tipo dioxina de una gran cantidad de emplazamientos y puntos calientes debido a la producción, uso industrial, liberaciones de los equipos y aplicaciones abiertas (ver ejemplos 10fi y 10fii). Las mezclas comerciales de PCB contienen PCB tipo dioxina, PCB no similares a las dioxinas y PCDF, con una alta contribución de EQT (> 90%) del PCB tipo dioxina (Takasuga y col. 2005). Las liberaciones de PCDF solo pueden estimarse mediante la cantidad de PCB filtrado. Para esta evaluación se debe considerar el EQT total del PCDF y el PCB tipo dioxina. Cuanto mayor sea la cantidad de años en los que han sido utilizados los equipos y a mayor tiempo de operación, más aumentan las concentraciones de PCDF en los equipos y, en caso de sufrir un elevado estrés térmico (incendio, corto circuito), el PCDF será entonces el mayor contribuyente de EQT.

Cerca del 60% del volumen total del PCB fue utilizado como fluidos dieléctricos en los transformadores y condensadores de potencial a nivel mundial (Breivik y col. 2007, Willis 2000). Los lugares abiertos donde se usó PCB, mayormente como sellantes y pinturas en edificios e instalaciones industriales, pueden ser considerados como puntos calientes.

Si los transformadores y condensadores tienen un buen funcionamiento y se les hace el mantenimiento apropiado, sin filtraciones, no habrá liberación de PCB y PCDF al medio ambiente. Cuando el equipo comienza a sufrir pérdidas, se vertirá PCDF junto con PCB y posiblemente PeCB, al medio ambiente, a los suelos y sedimentos. El PCB puede ser utilizado como un indicador de la contaminación por PCDF.

Las instalaciones que cuenten con equipos que contienen PCB, ya sea en uso o en depósito, deben ser consideradas puntos calientes potenciales. La cantidad de emplazamientos por país puede ser numerosa (ver ejemplo 10fi; Kukharchyk y Kakareka 2008).

Las tareas principales para realizar un inventario de los emplazamientos contaminados por PCB y de los puntos calientes son:

Enero de 2013

- Identificación/localización de los emplazamientos donde haya condensadores o transformadores que contengan PCB ya sea en uso o en depósito, incluyendo equipos dañados y residuos de PCB y lugares de aplicación abierta de PCB;
- Identificación de pérdidas de PCB;
- Elaboración de un listado de puntos calientes;
- Evaluación de los volúmenes de pérdidas de PCB y liberaciones de PCDD/PCDF;
- Evaluación de las concentraciones de PCDD/PCDF en
 - o Transformadores/condensadores PCB de los productores para los cuales actualmente se desconocen los niveles de PCDF;
 - o Emplazamientos donde han ocurrido incendios en los transformadores, cortos circuitos u otros incendios con presencia de PCB

La identificación y evaluación se pueden llevar a cabo mediante un enfoque escalonado como se describe a continuación.

1. Procedimiento de base

El inventario nacional de PCB constituye la base del relevamiento de puntos calientes con arreglo al Anexo A, Parte II del Convenio de Estocolmo. Se consideran puntos calientes todos los emplazamientos donde se utilicen o almacenen equipos con PCB. Al recurrir a los resultados del inventario nacional de PCB, el procedimiento de base permite evaluar la cantidad total de puntos calientes potenciales, los volúmenes totales de PCB y de PCDD/PCDF en los equipos con PCB, así como también posibles fugas de PCB y de PCDD/PCDF al ambiente.

Para diferenciar entre los congéneres de PCB con niveles inferiores y niveles superiores de cloro, algo que resulta necesario para estimar la liberación de PCDD/PCDF, se puede asumir que los condensadores contienen PCB con bajo nivel de cloro, mientras que los transformadores contienen PCB altamente clorado con niveles asociados de PCDD/PCDF (Cuadro II.10.1).

Para realizar una evaluación preliminar de la liberación de PCB al ambiente se pueden utilizar los factores de emisión de la *Guía para elaborar inventarios de emisiones atmosféricas de EMEP/EEA* (2009) (Cuadro II.10.1). Si se utilizan los datos de los volúmenes de PCB de bajo nivel y alto nivel de cloro, y del contenido de PCDD/PCDF en los líquidos PCB (Cuadro II.10.2), se puede estimar el contenido de PCDD/PCDF y de PCB similar a las dioxinas en los equipos con PCB y sus emisiones al ambiente.

Cuadro II.10.1 Factores de emisión de PCB de equipos eléctricos

10f	Transformadores y condensadores con PCB	Liberación de PCB (fluido dieléctrico kg/t)	País o región
1	Transformadores	0,06	Europa
		0,3	América del Norte
		0,3	Países de la CEI
2	Condensadores	1,6	Europa
		4,2	América del Norte

	2,0	Países de la CEI
--	-----	------------------

Cuadro II.10.2 Concentraciones de PCDD/PCDF y de PCB similar a las dioxinas en PCB comercial sin utilizar

Tipo de PCB	PCDD/PCDF en PCB comercial sin utilizar (µg EQT/t producto)	PCB similar a las dioxinas (µg EQT/t producto)*
Bajo nivel de cloro, ej. Clophen A30, Aroclor 1242	7.000 – 15.000	1.900.000 – 3.500.000
Nivel moderado de cloro, ej. Clophen A40, Aroclor 1248; KC-400; KC-500	23.000 – 70.000	12.000.000 – 16.000.000
Nivel moderado de cloro, ej. Clophen A50, Aroclor 1254	300.000	12.000.000 – 16.000.000
KC-600; KC-1000	22.000	4.100.000 – 10.000.000
Alto nivel de cloro, ej. Clophen A60, Aroclor 1260	1.500.000	4.100.000 – 10.000.000

*Los datos para los EQT similares a las dioxinas en PCB con nivel bajo, moderado y alto de cloro provienen de las mezclas de PCB (Takasuga y col. 2005).

Se debe recopilar una lista de puntos calientes potenciales si los resultados del inventario de PCB arrojan datos detallados de PCB por emplazamiento, así como una indicación clara de los mismos. Se deben incluir también datos específicos de la ubicación, las coordenadas, el nombre del complejo, el tipo y número de equipo con PCB, el volumen de PCB y el estado del equipo. A partir de esta lista se podrán realizar otras investigaciones de los puntos calientes.

2. Procedimiento detallado

El procedimiento detallado se utiliza cuando los resultados del inventario nacional de PCB son incompletos, inexactos o si no se pueden aplicar a la identificación de puntos calientes. Es así que se deben enviar cuestionarios adicionales a los organismos de gobierno, oficinas estatales o directamente a los complejos que alojen u operen con equipos con PCB. Además de las preguntas habituales sobre la cantidad de equipos con PCB, se debe consultar sobre posibles fugas de PCB, accidentes relacionados con dichos equipos, descripciones de emplazamientos con PCB, resultados de análisis de la presencia de PCB en suelos y agua, etc.

3. Procedimiento exhaustivo

A través del procedimiento exhaustivo, además de los resultados del inventario nacional de PCB y/o de los cuestionarios a los propietarios de equipos con PCB, se ponen en marcha investigaciones especiales de equipos con PCB o lugares de almacenamiento, inclusive la realización de inspecciones de los emplazamientos, suelos y otras formas de obtención y análisis de muestras, la estimación de las áreas contaminadas, volumen de las fugas, existencias de PCB en el suelo, gravedad de la contaminación, evaluación del riesgo, etc. En las primeras etapas se debe dar prioridad a los emplazamientos con mayores existencias de equipos con PCB, a aquellos donde se hayan registrado accidentes y fugas importantes, y a aquellos con el mayor riesgo de contaminación de aguas y suelos.

Con los resultados de este procedimiento exhaustivo de inventario se puede elaborar un registro detallado de puntos calientes, al organizarlos según su necesidad de medidas correctivas.

Los resultados del inventario de los puntos calientes (al seguir el procedimiento de base y el procedimiento detallado) se pueden presentar en el archivo Excel correspondiente (en el Grupo de fuentes 10); se necesita contar con la cantidad de puntos calientes identificados, los volúmenes de PCB en los equipos (y la distribución entre congéneres con bajo nivel y alto nivel de cloro) para estimar el PCDD/PCDF que liberan dichas fuentes. Para el inventario exhaustivo se elaboran informes por separado.

10g Utilización de cloro en la producción de metales y de químicos inorgánicos

Además de la industria de los organoclorados, muchas otras industrias utilizan y utilizaban cloro, determinando la consiguiente presencia de residuos y emisiones de PCDD/PCDF. Por ejemplo, el lodo de pulpa y de papel proveniente del proceso de blanqueado con cloro elemental ha presentado un alto nivel de contaminación con PCDD/PCDF y otros compuestos clorados. La aplicación de dichos lodos en la tierra o el vertimiento de los lodos provoca la aparición de puntos calientes o tierra contaminada (ver ejemplo 10g).

El cloro elemental puede permanecer en el producto final (ej. HCl, NaOCl, ClO₂, cloruro de fósforo o cloruros de metal) o simplemente se utiliza en el proceso (ej. dióxido de titanio, magnesio o silicio) (Stringer y Johnston 2001). Para algunos de estos procesos se ha documentado un elevado potencial de formación y liberación de PCDD/PCDF. Los emplazamientos contaminados se evaluaron a nivel mundial, ej., la producción de magnesio en Noruega, por la que se contaminaron varios fiordos y redes alimentarias asociadas, con un total estimado de liberaciones de PCDD/PCDF de entre 50 y 100 kg EQT (Knutzen y Oehme 1989). La producción de dióxido de titanio mediante la utilización de cloro puede también generar PCDD/PCDF en el orden de (.....) kg al año (Wenborn y col. 1999).

Para realizar el inventario de los emplazamientos contaminados a partir de procesos con cloro, ej., la producción de pulpa y papel, de magnesio, de TiO₂, se deben tener en cuenta las emisiones anteriores de estos tipos de producción, los sedimentos afectados y los depósitos de residuos.

10h Incineradores de residuos

Las emisiones que provienen de incineradores que no cumplen con las MTD pueden contaminar la leche, los huevos o las hortalizas circundantes (Liem y col. 1991, Schmid y col. 2003, DiGangi y Petrlik 2005, Watson 2001). En especial, los incineradores que no cumplen con las MTD y que procesan productos organoclorados, especialmente precursores de PCDD/PCDF (PCB, clorofenoles, clorobencenos y otros compuestos aromáticos clorados) pueden generar emisiones elevadas de PCDD/PCDF, lo cual causa un impacto apreciable en el ambiente local (Holmes y col. 1994, 1998). A la fecha se han documentado pocos casos de emplazamientos contaminados con PCDD/PCDF por incineradores de residuos. Esto indica que los vectores de liberación de los incineradores, aire, sólidos y agua, pueden generar emplazamientos contaminados con PCDD/PCDF si no se toman las medidas necesarias de manejo y control (ver ejemplo 10h). El área que se encuentra alrededor de los incineradores también puede contaminarse a causa de derrames de químicos peligrosos tratados/destruidos en las instalaciones.

Para realizar el inventario de los emplazamientos contaminados con PCDD/PCDF a causa de incineradores (y otras instalaciones térmicas) se deben evaluar las prácticas (anteriores) de manejo y eliminación de cenizas (en especial cenizas volantes y residuos de CCA) y la salida de agua de los depuradores húmedos¹⁸. Es esperable encontrar emplazamientos contaminados con depósitos de liberaciones atmosféricas solo en el caso de incineradores con emisiones elevadas de PCDD/PCDF durante períodos prolongados. Además de las mediciones del suelo, los niveles de PCDD/PCDF en huevos o leche de vaca que se encuentran en las cercanías del incinerador pueden constituir indicios fiables de contaminación.

10i Industrias metalúrgicas

Se han documentado pocos emplazamientos contaminados con PCDD/PCDF asociados con la industria metalúrgica. Generalmente, los metales pesados tóxicos constituyen los contaminantes principales en los emplazamientos asociados con esta industria, mientras que el PCDD/PCDF se considera un derivado menor.

Las liberaciones de la producción de metales primarios pueden generar emplazamientos contaminados con PCDD/PCDF por la distribución de escoria de la industria metalúrgica, tal como se registró en Alemania. En este caso, se utilizaron más de 400.000 toneladas de escoria proveniente de un proceso específico de producción de cobre primario, altamente contaminadas con PCDD/PCDF (10.000 a 100.000 ng EQT/kg), para cubrir la superficie de más de 1.000 campos deportivos, patios de recreo y aceras en Alemania y países vecinos (Ballschmiter and Bacher 1996, Theisen y col. 1993). La existencia de emplazamientos contaminados con PCDD/PCDF alrededor de una planta de sinterización en Italia derivó en la adopción de restricciones de acceso a las pasturas (Diletti y col. 2009). Las emisiones de un horno de fundición de cobre secundario en Rastatt, Alemania, contaminaron los suelos circundantes, inclusive áreas residenciales, con niveles de PCDD/PCDF superiores a los valores establecidos por Alemania para los suelos contaminados (Hagenmaier y col. 1992).

Para realizar el inventario de los puntos calientes y los emplazamientos contaminados con PCDD/PCDF (y metales pesados), hay que tener en cuenta las liberaciones atmosféricas a lo largo de los años y décadas, así como también el manejo y la eliminación de cenizas.

10j Incendios accidentales

Los incendios pueden producir hollín y residuos con concentraciones elevadas de PCDD/PCDF (ver también la categoría 6b). Las quemaduras de compuestos aromáticos clorados generan elevados niveles de contaminación, como en el caso de quemaduras de transformadores con PCB o quemaduras de existencias de plaguicidas u otros organoclorados. Cuando se realizan quemaduras en edificios con cantidades concentradas de material de combustión lenta o con niveles elevados de PVC, también se pueden generar emisiones y depósitos con altos niveles de PCDD/PCDF, que por lo general se concentran en el hollín (ver ejemplo 10j). Por lo tanto, es necesario recoger el hollín y eliminarlo adecuadamente como un residuo peligroso.

¹⁸ De acuerdo con las MTD, los depuradores húmedos funcionan en ciclos cerrados con eliminación de la sal y los depósitos adecuados.

10k Dragado de sedimentos y de llanuras aluviales contaminadas

Los sedimentos procedentes de puertos o de vertidos acuáticos de cañerías industriales provenientes de cualquiera de las actividades industriales mencionadas anteriormente pueden estar contaminados con PCDD, HCB y otros contaminantes como los metales pesados. Al realizar canales para preservar las vías de acceso, es frecuente que los sedimentos se draguen y se depositen en la tierra. De esta forma, lo único que se logra es retirar la contaminación de PCDD/PCDF de su ubicación y de su medio acuático y trasladar el mismo nivel de contaminación a otro lugar que puede constituir nuevos riesgos. Cuando se elaboren los inventarios de las actividades de dragado, se debe destacar y posiblemente evaluar el depósito de los sedimentos en áreas destinadas a la agricultura y a la vivienda, para así verificar los niveles de contaminación.

Los ríos que tienen un historial de contaminación con PCDD/PCDF pueden presentar llanuras aluviales contaminadas, además de los sedimentos. Como las llanuras aluviales se utilizan con frecuencia para pastoreo o actividades agrícolas, se debe realizar el inventario y el manejo de dichas llanuras de forma tal de prevenir posibles riesgos de exposición para los humanos. (ver ejemplo 10k).

10l Vertederos de residuos/Residuos de los grupos de fuentes 1-9

En los lugares donde se hayan eliminado productos o residuos con PCDD/PCDF, es probable que dichos contaminantes pasen al ambiente. El PCDD/PCDF permanece relativamente estable en rellenos sanitarios o vertederos siempre que no haya otros depósitos orgánicos que favorezcan la filtración o escape de agua que pueda desplazar la contaminación. Hay que prestar especial atención al desplazamiento de depósitos con PCDD/PCDF si dichos vertederos o rellenos sanitarios se excavan para aplicar medidas correctivas o para realizar actividades de explotación minera (ver categoría 9a; ver ejemplo 10l).

Algunas veces se aplican medidas de ingeniería de seguridad en aquellos vertederos químicos o peligrosos que contienen PCDD/PCDF. Dada su persistencia, el PCDD/PCDF y otros COP involuntarios permanecerán en los vertederos durante décadas o hasta siglos (Balzer y col. 2008). Durante estos prolongados períodos, los sistemas de vertederos especialmente diseñados, inclusive revestimientos, sistemas de recolección de gas y de lixiviados, se deteriorarán y perderán su integridad y capacidad estructural para contener los contaminantes persistentes (Allen 2001, Weber y col. 2011a).

Es por eso que es necesario realizar el inventario de vertederos y rellenos sanitarios e incluirlos en una base de datos. Para tener el inventario sistemático de vertederos/rellenos sanitarios de un país, es necesario incluir la presencia de PCDD/PCDF y otros COP no intencionales).

10m Emplazamientos de caolín y de arcilla caolinífera

Se puede encontrar PCDD/PCDF con un patrón de OCDD en arcilla caolinífera y arcilla caolinítica en diferentes partes del mundo (Ferrario y col. 2007, Horii y col. 2011). Horii y col. fueron los primeros en elaborar un inventario mundial (2011). Todas las muestras presentan una ausencia total de PCDF, y una distribución de congéneres/isómeros prácticamente idéntica en todas partes. Por lo tanto, parece ser que el PCDD se haya formado por un proceso natural probablemente hace millones de años (Ferrario y col. 2007, Horii y col. 2011). También se detectaron elevados niveles de PCDD en las muestras de caolín tomadas en África (Hogenboom y col. 2011). Los estudios demuestran también

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

que los niveles relativamente elevados de PCDD/PCDF en las muestras de leche humana tomadas en el Congo y en Costa de Marfil se deben a la utilización de arcilla durante el embarazo (ver el ejemplo 10m). Es por eso que es necesario incluir en el inventario el PCDD/PCDF detectado en la arcilla caolinífera/caolinita, especialmente en las canteras donde se utiliza la arcilla para consumo humano o como aditivo en los alimentos animales.

PARTE III APÉNDICES E INVENTARIOS DE MUESTRA ¹⁹

Anexo 1 Factores de equivalencia tóxica

Con frecuencia se detecta PCDD, PCDF y PCB en la forma de mezclas de varios congéneres en las muestras, inclusive en mediciones realizadas en las fuentes (ej. las que se utilizan en la elaboración del inventario), en el ambiente o en la biota, inclusive humanos y fauna silvestre. Las primeras evaluaciones de riesgos se centraron únicamente en el congénere más peligroso: el 2,3,7,8-Cl₄DD. Sin embargo, muy pronto se advirtió que todo el PCDD/PCDF sustituido al menos en la posición 2, 3, 7 u 8 es altamente tóxico, y por lo tanto, contribuye en gran medida a la toxicidad global de la mezcla de "dioxinas".

A efectos reglamentarios, diversas organizaciones elaboraron los llamados factores de equivalencia tóxica (FET) para evaluar las mezclas complejas de PCDD/PCDF, y más adelante para PCB. Cabe recordar que el primer programa a nivel mundial, el de los factores internacionales de equivalencia tóxica (FET-I) (OTAN/CCMS 1988), incluyó solamente los 17 congéneres de PCDD/PCDF sustituidos en la posición 2, 3, 7 u 8. El PCB similar a las dioxinas se agregó más tarde (OMS-FET) (van den Berg y col. 1998). En el cuadro III.1.1 figuran los que se utilizan con más frecuencia.

Cuadro III.1.1. Esquemas de FET utilizados más comunmente

Congéneres	FET-I	OMS ₁₉₉₈ -FET	OMS ₂₀₀₅ -FET
Dibenzo- <i>p</i> -dioxinas policloradas			
2378-Cl ₄ DD	1	1	1
12378-Cl ₅ DD	0,5	1	1
123478-Cl ₆ DD	0,1	0,1	0,1
123678-Cl ₆ DD	0,1	0,1	0,1
123789-Cl ₆ DD	0,1	0,1	0,1
1234678-Cl ₇ DD	0,01	0,01	0,01
Cl ₈ DD	0,001	0,0001	0,0003
Dibenzofuranos policlorados			
2378-Cl ₄ DF	0,1	0,1	0,1
12378-Cl ₅ DF	0,05	0,05	0,03
23478-Cl ₅ DF	0,5	0,5	0,3
123478-Cl ₆ DF	0,1	0,1	0,1
123678-Cl ₆ DF	0,1	0,1	0,1
123789-Cl ₆ DF	0,1	0,1	0,1
234678-Cl ₆ DF	0,1	0,1	0,1
1234678-Cl ₇ DF	0,01	0,01	0,01
1234789-Cl ₇ DF	0,01	0,01	0,01
Cl ₈ DF	0,001	0,0001	0,0003
Bifenilos no <i>orto</i> policlorados			
PCB 77	-	0,0001	0,0001

¹⁹ Anexos 9-53, inventario de muestra 11 y referencias disponibles en <http://Kit de herramientas.pops.int> solo en inglés.

PCB 81	-	0,0001	0,0003
PCB 126	-	0,1	0,1
PCB 169	-	0,01	0,03
Bifenilos mono-orto policlorados			
PCB 105	-	0,0001	0,00003
PCB 114	-	0,0005	0,00003
PCB 118	-	0,0001	0,00003
PCB 123	-	0,0001	0,00003
PCB 156	-	0,0005	0,00003
PCB 157	-	0,0005	0,00003
PCB 167	-	0,00001	0,00003
PCB 189	-	0,0001	0,00003

El Equivalente Tóxico (EQT) se define a nivel operativo a partir de la suma de los productos de la concentración de cada congénere multiplicado por su valor de FET. El EQT es una estimación de la actividad total 2,3,7,8-Cl4DD (o TCDD) de la mezcla. Si bien la base científica no se considera sólida, muchas agencias adoptaron el método FET como herramienta administrativa. El método permite convertir los datos cuantitativos analíticos para cada congénere PCDD/PCDF a un equivalente tóxico único (EQT). Como los FET son valores intermedios y herramientas administrativas, se basan en el estado actual de conocimiento y deben corregirse a medida que haya más datos disponibles.

Conjuntamente con la evolución del método de los FET y los EQT para los casos de ingesta (humanos, peces, pájaros), dicho método se ha utilizado en matrices ambientales tales como suelos, sedimentos, residuos industriales, hollín, cenizas volantes de incineradores municipales, efluentes de aguas residuales, etc. Es así que el método FET se ha utilizado y se utiliza para proporcionar un valor único a las matrices ambientales complejas.

En el Convenio de Estocolmo, Apéndice C, se hace referencia a la utilización del programa FET de 1998 elaborado por un grupo de expertos para la Organización Mundial de la Salud (OMS) (van den Berg y col. 2006).

Anexo 2 Orientación para identificar fuentes de PCDD/PCDF

Actualmente hay más 80 fuentes de PCDD/PCDF, cada una con uno o más factores de emisión, enumeradas en el Kit de herramientas. Sin embargo, se siguen identificando fuentes nuevas que no estaban en la lista. Estas fuentes dan cuenta de la gran variedad de materiales y condiciones que se asocian a la formación y emisión de PCDD/PCDF. En el Capítulo 1.4 se presenta una breve descripción de los factores que influyen sobre la formación y emisión de PCDD/PCDF durante la producción industrial de químicos y en proceso de combustión, y se completa su análisis en las Guías sobre MTD/MPA.

Mientras que el carbono, hidrógeno y oxígeno son comunes a la mayoría de los procesos industriales de producción química, así como de los procesos y actividades que involucran combustión, la posibilidad de que se formen PCDD/PCDF existe solo cuando se encuentra presente el cloro en su forma elemental, orgánica o inorgánica. Esta característica distintiva se ha utilizado para identificar algunas de las fuentes de PCDD/PCDF ahora enumeradas en el Kit de

Enero de 2013

herramientas. Por ejemplo, Dinamarca comenzó el proceso de identificar fuentes de PCDD/PCDF dentro de su sector de manufactura química, seleccionando y luego evaluando procesos que involucraran cualquier forma de cloro (Hansen 2000). En Alemania se ha seguido una estrategia similar para identificar fuentes de PCDD/PCDF entre las industrias en el Norte del Rin -Westfalia (Broker y col. 1999) y entre los procesos térmicos en la Unión Europea (Wenborn y col. 1999). Esta misma estrategia se puede usar para identificar fuentes nuevas todavía no incluidas en las listas, así como puntos calientes.

La identificación de las fuentes de PCDD/PCDF puede refinarse aun más mediante la evaluación preliminar que se muestra abajo, lo que implica recurrir a la información de los inventarios nacionales y regionales, las listas nacionales de productos químicos, la literatura científica y los informes de las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales. Una evaluación en mayor profundidad tal vez también entrañe una evaluación de la disponibilidad de otros materiales, como catalizadores de metales, y condiciones, como temperaturas, que son propicias para la formación de PCDD/PCDF (véase, por ejemplo, el Capítulo 1.4, y la Guías sobre MTD/MPA, Sección VI.F Procesos específicos de producción química que liberan productos químicos enumerados en el Anexo C) y un seguimiento de las emisiones gaseosas, vertidos acuosos, residuos sólidos y productos de fuentes sospechadas de PCDD/PCDF.

En las listas de los cuadros III.2.1, III.2.2 y III.2.3 a continuación se presentan productos químicos industriales, plaguicidas y procesos o actividades que constituyen ejemplos de posibles nuevas fuentes que se están comunicando en la literatura científica, en informes de gobiernos, etc. En su uso y/o producción algunos de estos pueden contribuir de forma importante a las emisiones nacionales y regionales de PCDD/PCDF. Por ejemplo, un estudio reciente encontró PCDD/PCDF como contaminantes en 23 plaguicidas usados actualmente en Australia y estimó que las aplicaciones de uno solo de los plaguicidas, el pentacloronitrobenceno (PCNB), tal vez sea la principal fuente aislada de PCDD/PCDF de Australia (Holt y col. 2010). Además, los resultados preliminares sugieren que la fotodegradación del PCNB después de su aplicación puede aumentar las emisiones de PCDD/PCDF entre 3 y 4 veces (Holt y col. 2009). La producción de cada uno de los plaguicidas en este estudio es una potencial fuente de PCDD/PCDF y, como tal, merece una cuidadosa atención. También vale la pena destacar que en el pasado se identificaron muchos otros productos químicos y plaguicidas como fuentes de PCDD/PCDF conocidas, sospechadas o altamente probables y algunos de ellos siguen estando en producción al día de hoy (véase Bejarano 2004).

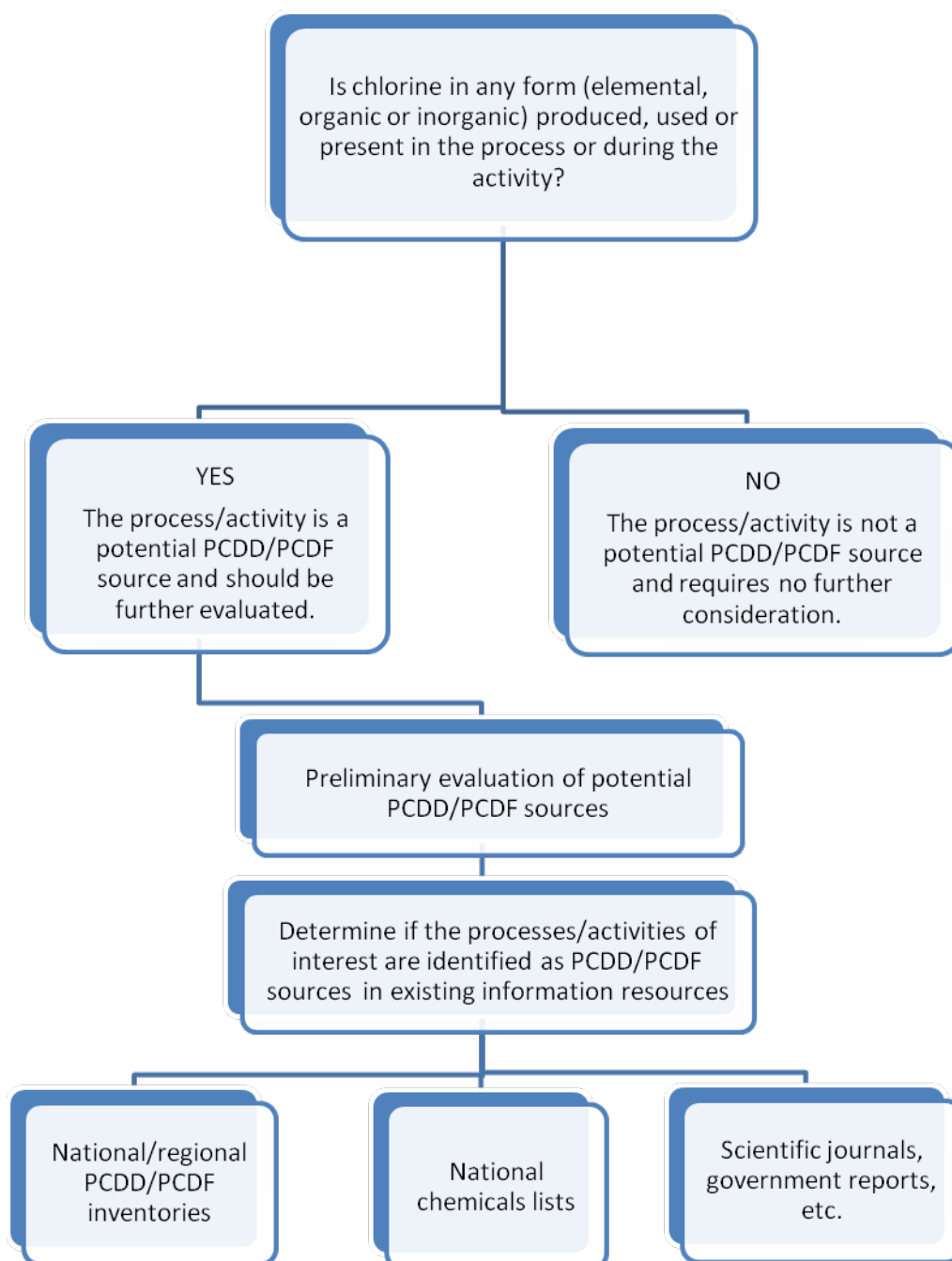


Figura III.2.1 Matriz sencilla de tamizaje para identificar fuentes de PCDD/PCDF

Inventarios: Las búsquedas de inventarios existentes determinarán si otras Partes han identificado los procesos/actividades de interés como fuentes de PCDD/PCDF.

Listas nacionales de productos químicos: Algunos países han establecido listas de productos químicos que se debe analizar en busca de PCDD/PCDF antes de colocarlos en el mercado. Dichas listas incluyen muchos productos químicos que se sospechaba o se sospecha que contengan concentraciones de PCDD/PCDF por encima de ciertos límites. Los procesos para producir estos productos químicos son potenciales fuentes de PCDD/PCDF.

Literatura científica, Informes gubernamentales, etc.: Se puede buscar en las revistas científicas, informes de gobiernos, y recursos conexos para determinar si:

1. Se han identificado los procesos/actividades de interés como fuentes de PCDD/PCDF;
2. Se han encontrado productos, emisiones aéreas, efluentes de aguas residuales, o otro residuos de los procesos/actividades de interés que contengan PCDD/PCDF; o
3. Se han identificado los productos, emisiones aéreas, efluentes de aguas residuales u otros residuos de los procesos/actividades de interés como aportes a los PCDD/PCDF en “puntos calientes” – emplazamientos de producción contaminados, rellenos sanitarios, vertederos, sedimentos marinos y de agua dulce, suelos, etc.
4. se ha identificado que hay productos, emisiones aéreas, efluentes de aguas residuales u otros residuos de los procesos/actividades de interés como elementos que contribuyen a los PCDD/PCDF en el aire, suelo, vegetación y/o agua a su alrededor; entre los trabajadores o los residentes cercanos; o entre los animales domésticos y salvajes, peces, etc.

En los cuadros que siguen se presentan algunos productos químicos comerciales, plaguicidas y procesos/actividades para los cuales hay estudios que encontraron PCDD/PCDF, ya sea en los productos mismos y/o en los residuos asociados. La presencia de PCDD/PCDF en estos productos químicos y plaguicidas es evidencia de la necesidad de valoraciones más minuciosas de las concentraciones y frecuencia de la aparición de PCDD/PCDF en estas sustancias, sus procesos de producción y emisiones, vertidos y residuos asociados, así como una cuidadosa evaluación de su gestión y destino. De similar manera, la presencia de PCDD/PCDF en uno o más residuos da cuenta de la necesidad de valorar el contenido de PCDD/PCDF de los productos asociados y evaluar cuidadosamente la gestión y el destino de otros residuos de procesos, así como el uso de los productos.

Cuadro III.2.1 Productos químicos comerciales asociados con formación y emisión de PCDD/PCDF

Sustancia	Liberación asociada de PCDD/PCDF
Cloruro de hidrógeno (HCl, 7647-01-0) y Ácido hidrolórico	Una encuesta de la producción de productos químicos clorados en los Países Bajos encontró PCDD/PCDF a 0,3 pg I-EQT/L en HCl (van Hattum y cols. 2004). En los Estados Unidos, se midieron concentraciones de PCDD/PCDF de 20,8 y 28,1 pg I-EQT/L en muestras de ácido hidrolórico acuoso de grado de venta, que fue producto secundario de dos instalaciones de EDC/VCM/PVC (Vinyl Institute 2002). También se identificó HCl como la fuente de contaminación por PCDD/PCDF en el ácido hidrolórico utilizado en la producción de gelatina en Europa (Hoogenboom y col. 2007. La mayor parte del HCl se produce como producto secundario de aproximadamente 40 procesos de manufactura, por lo tanto los factores de emisión son necesariamente específicos de esos procesos.
Hipoclorito de sodio (NaOCl, CAS 7681-52-9)	Se midieron PCDD/PCDF a 4,9 pg EQT/g en hipoclorito de sodio en el único análisis de este tipo disponible en la literatura científica (Rappe 1990). Sin embargo, se identificó hipoclorito de sodio contaminado

	como fuente de PCDD/PCDF en lodos de la industria textil sueca (Lexen 1993)
Cloruros de metal	Se detectaron PCDD/PCDF en cloruro de aluminio (AlCl_3), cloruro cuproso (CuCl_2) y cloruro férrico (FeCl_3) en 1986 (Heindl 1986). Más recientemente, se informaron altas concentraciones de PCBs, que son co-contaminantes comunes con PCDD/PCDF, así como policlorobromofenilos (PXBs) en FeCl_3 . (Nakano 2007).
Acetileno (CAS 74-86-2)	Se han informado PCDD/PCDF en aguas residuales y lodos de tratamiento de aguas residuales de la producción de acetileno por el proceso de carburo. Lee y cols (2009) derivaron un FE_{AGUA} de 5,667 ng EQT/t y Jin y cols (2009) derivaron un $\text{FE}_{\text{RESIDUO}}$ de 126,69 μg EQT/t. Se midieron PCDD/PCDF a 17.000 pg-EQT/L en aguas residuales de la purificación de acetileno usando hipoclorito de sodio (Kawamoto 2002). La formación de PCDD/PCDF se ha atribuido a la presencia de impurezas conteniendo cloro en la cal (CaO) que se calienta con coque para producir carburo de calcio (Jin y cols. 2009) y al uso de un agente oxidante con base de cloro para purificar el acetileno crudo (Kawamoto 2002)
Tricloroetileno (CAS 79-01-6)	Se informaron PCDD/PCDF a una concentración de 0,7 ng EQT/kg en tricloroetileno fabricado por Solvay en Francia (van Hattam y cols. 2004). También se han encontrado PCDD/PCDF en residuos del proceso de producción de tricloroetileno (Dyke 1997, Wenborn 1999) y en aguas residuales (Weiss 2006). El tricloroetileno se produce fundamentalmente como producto secundario en la producción de dicloro etileno (EDC) por cloración directa u oxiclación del etileno.
Epiclorohidrina (1-Cloro-2,3-epoxipropano, CAS 106-89-8)	Se sabe que la producción de epiclorohidrina genera grandes cantidades de sub-productos clorados, algunos de los cuales se liberan al agua residual y muy probablemente, a los lodos de tratamiento de aguas residuales (Bijsterbosch y cols. 1994). Se han informado PCDD/PCDF en el epiclorohidrina mismo y en aguas residuales de su proceso de producción (Fiedler 1994, Lee y cols. 2009). Lee y cols. (2009) midieron PCDD/PCDF en aguas residuales de una planta de producción de epiclorohidrina en Taiwan y derivaron un FE_{AGUA} de 5,8 ng EQT/t. Fiedler (1994) también informó una concentración de 1,82 ng EQT/kg en epiclorohidrina.
Cloropreno (2-cloro-1,3-butadieno, CAS 126-99-8) y Policloropreno (Neopreno, CAS 9010-98-4) (Polímero de 2-cloro-1,3-butadieno)	Se detectaron PCDD/PCDF a una concentración de 90 ng EQT/kg en policloropreno (Neopreno) producido por un fabricante holandés (van Hattum y col. 2004). También aparecieron PCDD/PCDF a 209 pg EQT/m ³ en los gases de ventilación de la misma instalación, que producía epiclorohidrina, cloruro alil y PVC.
Hexaclorociclohexano (CAS 608-73-1)	Se informaron PCDD/PCDF en hexaclorociclohexano (Zheng y col. 2008)

Tetraclorobenceno (CAS 95-94-3)	La producción de 1.700 toneladas de tetraclorobenceno se asoció con la liberación en el producto de 17.9 g EQT/año, lo que sugiere un promedio de contenido de PCDD/PCDF en el tetraclorobenceno de 10.529 ng EQT/kg (República Popular de China 2007).
PVC clorado (C-PVC, CAS 9002-86-2)	Niveles de PDCC/PCDF tan altos como 32.000 ng EQT/kg se han detectado en C-PVC (van der Weiden y van der Kolk 2000).
Poliamidas aromáticas (Aramidas) y precursores	Se han informado PCDD/PCDF a concentraciones de 0,137 ng I-EQT/m ³ en gases de ventilación de procesos (van Hattum y cols. 2004) y también se han detectado en agua residual (van der Weiden y van der Kolk 2000).
Metanos clorados (cloruro de metileno, cloroformo y tetracloruro)	Datos presentados a la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos muestran que niveles detectables de PCDD/PCDF se liberan al agua residual (Weiss 2006)
Cloruro de vinilideno (1,1-dicloroetileno CAS 75-35-4)	
Polipropileno	El Inventario de Tóxicos de los EEUU muestra que se liberan cantidades reportables de PCDD/PCDF a las aguas residuales (Weiss 2006)
Acetato de celulosa	
Isocianato alifático	
Producción de resinas	
Producción de poliuretano	
Producción de meta di-isopropenibenceno	
Producción de polímeros adhesivos	
Producción de resinas de formaldehído	
Monómeros de enlaces cruzados	
Surfactantes en aerosol	
Productos químicos de cobertura	
Fluproquímicos	
Elastómeros	
Elastómero de hitrel poliéster	
Arsenato de cobre cromado	
Alcoholes	
Aluminio	

Enero de 2013

Etileno	
Parafinas	
Etoxilatos	
Copolímeros de PVC	Se liberaron PCDD/PCDF en gases de ventilación (van der Weiden y van der Kolk 2000).
Dicloroisocianurato de sodio (Trocloseno de sodio, NADCC, CAS 2893-78-9)	Se detectaron PCDD/PCDF a una concentración de 0,6 pg EQT/g en detergentes conteniendo dicloroisocianurato de sodio (USEPA 2000)
Clorobenzenos	Estos productos químicos son producidos por procesos en los cuales se sabe que ocurre la formación de compuestos similares a dioxinas (Seys 1997)
Clorotoluenos	
Cloronitrobenzenos	

Cuadro III.2.2 Plaguicidas usados actualmente asociados recientemente con formación y emisión de PCDD/PCDF

Plaguicida	µg EQT/t principio activo, excepto donde se anote	Referencia
Ácido diclorprop (2RS)-2-(2,4-diclorofenoxi) propiónico (CAS 120-36-5)	35.000	Hansen (2000)
Nitrofen (NIP) = 2,4-diclorofenil-4.-nitrofenil éter (CAS 1836-75-5)	1.500	Masunaga (1999)
Lindano (γ-hexaclorociclohexano, γ-HCH) 1α,2α,3β,4α,5α,6β-hexaclorociclohexano (CAS 58-89-9)	216 ^a (rango 2,1-430)	Holt y col. (2010)
Clorothlonil 2,4,5,6-tetracloroisofталonitrilo (CAS 1897-45-6)	110 ^b	Holt y col. (2010)
	240	Masunaga (1999)
Dicofol 2,2,2-tricloro-1,1-bis(4-clorofenil)etanol (CAS 115-32-2)	84	Li y col. (2009)
Clorthal Ácido tetraclorotereftálico (CAS 2136-79-0)	58,5 ^a (rango 57-60)	Holt y col. (2010)

MCPA/Dicamba Ácido 2-Metil-4-clorofenoxiacético (CAS 94-74-6) Ácido 3,6-Dicloro-2-methoxibenzoico (CAS1918-00-9)	48,3 ^a (rango 0,69-96)	Holt y col. (2010)
Tiller - MCPA-2EH ester, 32.1% (RS)-2-etilhexil 4-cloro-o-toliloxiacetato (CAS 29450-45-1) 22,4-D isooctilester, 10,4% iso-octil (2,4-diclorofenoxi) acetato (CAS 25168-26-7) - Fenoxaprop-p-etil, 4.4% etil (R)-2-[4-(6-cloro-1,3-benzoxazol-2-yloxi)fenoxi]propionate (CAS 71283-80-2)	19,8 ^c	Huwe y col. (2003)
Fluroxipir Ácido 4-Amino-3,5-dicloro-6-fluoro-2-pyridyloxiacético (CAS 69377-81-7)	17 ^b	Holt y col. (2010)
Ácido 2,4-DB 4-(2,4-diclorofenoxi) butírico (CAS 94-82-6)	8,8 ^a (rango 7,5-10)	Holt y col. (2010)
Assure II = Quizalofop P-Etil etil (2R)-2-[4-(6-cloroquinoxalin-2-iloxi)fenoxi]propionato (CAS 100646-51-3)	4,1	Huwe y col. (2003)
Imazamox Ácido 2-[(RS)-4-isopropil-4-metil-5-oxo-2-imidazolin-2-yl]-5-methoximetilnicotínico (CAS 114311-32-9)	3,1 ^a (rango 1,3-4,9)	Holt y col. (2010)
Flumetsulam 2.,6.-difluoro-5-metil[1,2,4]triazolo[1,5-a]pirimidina-2-sulfonanilida (CAS 98967-40-9)	2,9 ^a (rango 2,4-3,4)	Holt y col. (2010)
MCPA Ácido 2-metil-4-clorofenoxiacético (CAS 94-74-6)	2,8 ^b	Holt y col. (2010)
	2.000	Masunaga (1999)
Triclopr/picloram Ácido 3,5,6-Tricloro-2-piridiniloxiacético (CAS 55335-06-3) Ácido 4-Amino-3,5,6-tricloro-2-piridinecarboxílico (CAS 1918-02-1)	2,5 ^b	Holt y col. (2010)
Mecoprop/Dicamba =	0,068 ^b	Holt y col. (2010)

Enero de 2013

Ácido (RS)-2-(4-cloro-2-metilfenoxi)propanoico (CAS 93-65-2 y CAS 7085-19-0) Ácido 3,6-Dicloro-2-methoxibenzoico (CAS 1918-00-9)		
Fenamifos (RS)-(etil 4-metiltio- <i>m</i> -tolil isopropilfosforamidato) (CAS 22224-92-6)	0,058 ^b	Holt y col. (2010)

^a Media de dos valores límites.

^b Valores límites inferiores

^c ng EQT/g de producto listo para usar (principio activo más adyuvantes).

^d Media de cuatro valores límites inferiores.

Cuadro III.2.3 Procesos y actividades adicionales asociadas con la formación y emisión de PCDD/PCDF

Proceso/Actividad	Liberación de PCDD/PCDF
Recuperación de metales preciosos a partir de residuos de fábricas joyerías y talleres	Se dice que la incineración con recuperación de cenizas es la única alternativa viable para recuperar metales preciosos de residuos de fábricas de joyería y talleres. He aquí las concentraciones de PCDD/PCDF en emisiones aéreas de diversos sistemas de combustión: 0,28 ng EQT/m ³ para un horno rotativo, combustión retardada y filtros de manga; 0,41 ng EQT/m ³ para un horno estático, combustión retardada y filtros de manga; 21 ng EQT/m ³ para un horno estático, combustión retardada sin sistema de carbón; 0,55 ng EQT/m ³ para la cámara de combustión chamber, combustión retardada y filtros de manga; 0,026 ng EQT/m ³ cámara de combustión, combustión retardada, filtros de manga, y proceso de reducción de cal + carbono (Baldassini y col. 2009).
Tratamiento con calor de la sal de alimentos	Se han detectado niveles considerablemente más altos de PCDD/PCDF en la sal de alimentos procesados que en la sal natural. Comparando sal de bambú y sal en parches, Yang y col. (2004) hallaron que los niveles de PCDD/PCDF eran generalmente muy bajos, siendo la sal de bambú la que tenía niveles más altos – desde $5,7 \times 10^{-5}$ –0,64 pg EQT/g. Sin embargo, otro estudio halló niveles considerablemente más elevados, teniendo las sales horneadas un rango de 1,33 – 16,92 pg EQT/g y la sal de bambú un rango de 0,71- 23,5 pg EQT/g (Kim y col. 2002).

Anexo 3 Cuestionarios

El presente anexo brinda cuestionarios modelo que pueden ser utilizados para la recolección de la información necesaria para la compilación de inventarios nacionales.

Resultará particularmente práctico y apropiado utilizar cuestionarios individuales por planta para recolectar la información de las grandes fuentes²⁰. Esto incluye la información necesaria para la clasificación de plantas, selección de los factores de emisión pertinentes y las tasas asociadas de actividad para calcular las emisiones.

Debido a que las tasas de respuesta de los cuestionarios serán probablemente bajas, los vacíos de información o datos deberán ser solucionados a partir de suposiciones acerca de ciertos grupos fuente para los cuales sea imposible recabar información específica. Si bien los abordajes variarán, todas las suposiciones deberán ser descritas de manera detallada a modo de facilitar la actualización o revisión de inventarios en los años subsiguientes a la luz de una mejor información.

Para determinar las tasas completas de actividad se deberá utilizar una combinación de cuestionarios (para las grandes fuentes) y de estadísticas nacionales.

Asimismo, estos cuestionarios modelo buscan facilitar la recolección de datos para grupos enteros de fuentes, como por ejemplo, de transporte o de combustión a cielo abierto. Si bien estos cuestionarios pueden ser utilizados como apoyo en los procesos de recolección de datos es muy probable que deban ser complementados con fuentes adicionales de información. Los cuestionarios deben ser acompañados por una carátula donde se explique los fines y el contexto de la recolección de datos, así como también la información de contacto, año de referencia y, fecha de remisión del mismo.

²⁰ Las Grandes Fuentes incluyen los grandes emisores industriales y se dará prioridad a la recolección de datos de sus tasas de actividad. Se puede utilizar como guía la definición de grandes fuentes de emisión brindada para distintos sectores industriales en el Anexo 1 de la Directiva 2008/1/EC relativa a la Prevención y Control Integrados de la Contaminación (IPPC). Como ejemplo, las emisiones de las grandes fuentes mencionadas a continuación se encuentran reguladas bajo la Directiva IPPC:

- instalaciones de combustión con una potencia térmica nominal superior a 50MW
- Instalaciones de producción de hierro o acero con una capacidad superior a 2,5 toneladas por hora
- Instalaciones de producción de cemento con una capacidad superior a 500 toneladas por día, etc.

Más información disponible en <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32008L0001:EN:NOT>

Muestra de carta de tapa para el cuestionario

Inventario nacional de emisiones no intencionales de contaminantes orgánicos persistentes bajo el Convenio de Estocolmo	
Año de referencia 20__ (1 de enero - 31 de diciembre)	
Solicitado por:	[Nombre de la Institución con dirección de la calle; persona de contacto con teléfono y número de fax; correo electrónico]
Para:	[Nombre de la Institución con dirección de la calle y otras coordenadas]
Finalidad y contexto:	[Nombre del país] adoptó el Convenio de Estocolmo el [fecha de la aprobación]. Una de las obligaciones de [nombre del país] bajo este Convenio es reducir las emisiones de contaminantes orgánicos persistentes producidos no intencionalmente. Para lograr esta meta, [nombre del país] necesita identificar, caracterizar, cuantificar y priorizar fuentes de emisiones de estos productos químicos. Como parte del proceso de recolección de datos para el inventario nacional, se utilizó este cuestionario para recuperar la información que se necesita para la clasificación de las instalaciones, selección de los factores de emisión, y estimación de las tasas de actividad para poder calcular las emisiones. Los resultados de los inventarios se utilizarán en la elaboración de estrategias nacionales para minimizar las emisiones, tal como solicita el Convenio.
Por favor, una vez llenado, devolver el cuestionario al remitente arriba mencionado _____ (Fecha) a más tardar	

Enero de 2013

Cuestionario 1: Grupo 1 - Incineración de residuos

Tipo de planta	Residuos sólidos urbanos	[]
	Residuos industriales	[]
	Residuos hospitalarios	[]
	Trituradora liviana	[]
	Lodo cloacal	[]
	Residuos de madera y biomasa de residuos	[]
	Carcasas de animales	[]
Nombre de la planta		
Ubicación (Ciudad/Provincia)		
Dirección		
Contacto (Nombre, cargo, números de teléfono y fax, e-mail)		
Cantidad de hornos		
Tipo de operación	Lote (ej.: 100 kg por lote)	[]
	Semi continua (ej.: 8 horas por día)	[]
	Continua (24 horas por día)	[]
Capacidad/ Operaciones anuales (por unidad)	t/h (toneladas por hora)	
	h/d (horas por día)	
	d/s (días por semana)	
	t/d (toneladas por día)	
	d/a (días por año)	
	h/a (horas por año)	
	t/a (toneladas por año)	
Capacidad/ Operaciones anuales (total)	t/h (toneladas por hora)	
	h/d (horas por día)	
	d/s (días por semana)	
	t/d (toneladas por día)	
	d/a (días por año)	
	h/a (horas por año)	
	t/a (toneladas por año)	
Tipo de Horno	Incinerador con pantalla de tubos de agua (reja)	
	Lecho fluidizado	
	Fogón (stoker)	
	Horno rotativo	
	Otro (por favor, especificar)	
Temperatura en el horno		Horno principal (°C)

Enero de 2013

	Combustión retardada/segunda cámara (°C)	
Tipo de Sistema de control de la contaminación (APCS)	Precipitador electrostático	[]
	Ciclón	[]
	Filtro de mangas	[]
	Lavador húmedo	[]
	Lavador seco	[]
	Inyección de cal	[]
	Inyección de NaOH/álcali	[]
	Carbón activado/ inyección de coque	[]
	Filtro de carbón activado	[]
	Convertidor catalítico (SCR)	[]
	Ventilador de tiro inducido o forzado	[]
	Otro (por favor especificar)	
	Ninguno	[]
Sistema de recuperación del calor	Sí []	No []
Temperatura de los gases	Al ingreso a APCS (°C) []	A la salida de APCS (°C) []
Flujo de gases de salida	(m³/h) (gas seco)	

Residuos		Eliminación de estos residuos	
Generación de cenizas del fondo	t/a []	Recirculación []	Relleno sanitario []
Generación de cenizas volantes	t/a []	Recirculación []	Relleno sanitario []
Generación de agua (residual)	t/a []	Eliminación	
Generación de lodos (como materia seca)	t/a []	Recirculación []	Relleno sanitario []

Clasificación y evaluación final (a ser llenado por el evaluador de datos)

	Factor de emisión (µg EQT/t)				
Clase	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos
	Vertido anual (g EQT/a)				
Actividad anual (t/a)	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos

Cuestionario 2: Grupo 2 – Producción de metal ferroso y no ferroso

Tipo de planta	Toba calcárea	[]	
	Coque	[]	
	Hierro y/o acero	Primario []	Secundario []
	Fundición	Primario []	Secundario []
	Cobre	Primario []	Secundario []
	Aluminio	Primario []	Secundario []
	Plomo	Primario []	Secundario []
	Zinc	[]	
	Bronce	Primario []	Secundario []
	Magnesio	[]	
	Otros metales no ferrosos	Primario []	Secundario []
	Trituradora	[]	
	Otro	Primario []	Secundario []
Dirección			
Contacto (Nombre, cargo, números de teléfono y fax, e-mail)			
Número de Hornos			
Tipo de Operación	Lote (ej.: 100 kg por lote)	[]	
	Semi continuo (ej.: 8 horas por día)	[]	
	Continuo (24 horas por día)	[]	
Capacidad/ Operaciones anuales (por unidad)	t/h (toneladas por hora)		
	h/d (horas por día)		
	d/s (días por semana)		
	t/d (toneladas por día)		
	d/a (días por año)		
	h/a (horas por año)		
	t/a (toneladas por año)		
Operación anual/ Capacidad (total)	t/h (toneladas por hora)		
	h/d (horas por día)		
	d/s (días por semana)		
	t/d (toneladas por día)		
	d/a (días por año)		
	h/a (horas por año)		
	t/a (toneladas por año)		
Tipo de Horno	Horno de chorro de aire		
	Horno de inducción		
	Horno de arco eléctrico (EAF)		
	Cowper		
	Horno rotativo		
	Reverberador		

Enero de 2013

	Otro (por favor especificar)	
Temperatura en Horno	Horno principal (°C) Segunda cámara/ explosión retardada (°C)	
Combustible primario	Tipo	t/a
Combustible secundario/alternative	Tipo	t/a o%
Tipo de Sistema de Control de Contaminación Atmosférica (APCS)	Precipitador electrostático	[]
	Ciclón	[]
	Filtro de manga	[]
	Lavador húmedo	[]
	Lavador seco	[]
	Inyección de cal	[]
	Inyección de NaOH/ álcali	[]
	Inyección de carbón activado/coque	[]
	Filtro de carbón activado	[]
	Convertidor catalítico (SCR)	[]
	Ventilador de tiro inducido o forzado	[]
	Otro (por favor especificar)	
Ninguno	[]	
Sistema de recuperación del calor	Sí []	No []
Temperatura de los gases	Al entrar a APCS (°C) []	Al salir de APCS (°C) []
Flujo de Gases Salientes	(m³/h) (gas seco)	

Residuos		Eliminación de estos residuos	
Generación de Cenizas del fondo	t/a []	Recirculación []	Relleno sanitario []
Generación de Cenizas volantes	t/a []	Recirculación []	Relleno sanitario []
Generación de agua (residual)	t/a []	Eliminación	
Generación de Lodos (como materia seca)	t/a []	Recirculación []	Relleno sanitario []

Clasificación y evaluación final (a ser llenado por el evaluador de datos)

	Factor de emisión (µg EQT/t)				
Clase	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos
	Vertido anual (g EQT/a)				
Actividad anual (t/a)	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos

Enero de 2013

Cuestionario 3: Grupo 3 – Generación de energía y calor

Tipo de planta	Plantas de energía	
	Carbón	[]
	Lignita	[]
	Carbón bituminoso	[]
	Antracita	[]
	Otro	
	Gas natural	[]
	Madera	[]
	Gas de relleno sanitario	[]
	Gas de cloacas/alcantarillado	[]
	Biomasa (por favor especificar)	
	Unidades de combustión industrial (pequeños)	
	Coal (por favor especificar)	[]
	Lignita	[]
	Carbón bituminoso	
	Antracita	[]
	Otro	[]
Madera natural	[]	
Combustión de otros tipos de biomasa		
Azúcar de caña	[]	
Tapioca	[]	
Algodón	[]	
Bambú	[]	
Banana	[]	
Residuos de cosechas	[]	
Otro (por favor especificar)	[]	
Otro (por favor especificar)		
Dirección		
Contacto (Nombre, cargo, números de teléfono y fax, e-mail)		
Tipo de Operación	Lote (ej.: 100 kg por lote)	[]
	Semi continuo (ej.: 8 horas por día)	[]
	Continuo (24 horas por día)	[]
Operación anual/ Capacidad (por unidad)	t/h (toneladas por hora) o TJ/h (Terajoule por hora)	
	h/d (horas por día)	
	d/s (días por semana)	
	t/d (toneladas por día) o TJ/h (Terajoule por día)	
	d/a (días por año)	
	h/a (horas por año)	

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

	t/a (toneladas por año) o TJ/h (Terajoule por año)	
Operación anual/ Capacidad (total)	d/a (días por año) h/a (horas por año) TJ/a (Terajoule por año)	
Tipo de Horno/Cámara de combustión	Caldera Calentador del proceso Llama Turbina (gas interno) Motor a combustión (interno) Otro (por favor especificar)	
Temperatura en Horno	Horno principal (°C) Segunda cámara/ explosión retardada (°C)	
Tipo de Sistema de Control de la Reducción de la Contaminación (APCS)	Precipitador electrostático Ciclón Filtro bughouse Lavador húmedo Lavador seco Inyección de cal Inyección de NaOH/ álcali Inyección de carbón activado/coque Filtro de carbón activado Convertidor catalítico (SCR) Otro (por favor especificar) Ninguno	[] [] [] [] [] [] [] [] [] [] []
Sistema de recuperación del calor	Sí []	No []
Temperatura de los gases	Al entrar a APCS (°C) []	Al salir de APCS (°C) []
Flujo de Gases Salientes	(m³/h) (gas seco)	

Residuos		Eliminación de estos residuos	
Generación de Cenizas del fondo	t/a []	Recirculación []	Relleno sanitario []
Generación de Cenizas volantes	t/a []	Recirculación []	Relleno sanitario []
Generación de agua (residual)	t/a []	Eliminación	
Generación de Lodos (como materia seca)	t/a []	Recirculación []	Relleno sanitario []

Clasificación y evaluación final (a ser llenado por el evaluador de datos)

	Factor de emisión (µg EQT/t)				
Clase	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos

*Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros
COP no intencionales*

Enero de 2013

	Vertido anual (g EQT/a)				
Actividad anual (t/a)	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos

Cuestionario 4: Grupo 4 – Producción de minerales

Tipo de planta	Cemento	[]
	Cal	[]
	Ladrillo	[]
	Vidrio	[]
	Cerámica	[]
	Mezcla de asfalto	[]
Dirección		
Contacto (Nombre, cargo, números de teléfono y fax, e-mail)		
Número de Hornos		
Materiales de alimentación (tipo, cantidad = t/a)		
Combustible primario (tipo, cantidad = t/a)		
Secundario/Combustible alternativo (tipo, cantidad = t/a)		
Tipo de Proceso	Seco []	Húmedo []
Tipo de Operación	Lote (ej.: 100 kg por lote)	[]
	Semi continuo (ej.: 8 horas por día)	[]
	Continuo (24 horas por día)	[]
Capacidad/ Operaciones anuales (por unidad)	t/h (toneladas por hora)	
	h/d (horas por día)	
	d/s (días por semana)	
	t/d (toneladas por día)	
	d/a (días por año)	
	h/a (horas por año)	
	t/a (toneladas por año)	
Operación anual/ Capacidad (total)	t/h (toneladas por hora)	
	h/d (horas por día)	
	d/s (días por semana)	
	t/d (toneladas por día)	
	d/a (días por año)	
	h/a (horas por año)	
	t/a (toneladas por año)	
Tipo de Horno	Horno rotativo	
	Horno vertical	
	Horno túnel	

Enero de 2013

	Otro (por favor especificar)	
Temperatura en Horno	Horno principal (°C) Segunda cámara/explosión retardada (°C)	
Tipo de Sistema de Control de Contaminación Atmosférica(APCS)	Precipitador electrostático	[]
	Ciclón	[]
	Filtro de manga	[]
	Lavador húmedo	[]
	Lavador seco	[]
	Inyección de cal	[]
	Inyección de NaOH/ álcali	[]
	Inyección de carbón activado/coque	[]
	Filtro de carbón activado	[]
	Convertidor catalítico (SCR)	[]
	Ventilador de tiro inducido o forzado	[]
	Otro (por favor especificar)	[]
Ninguno	[]	
Sistema de recuperación del calor	Sí []	No []
Temperatura de los gases	Al entrar a APCS (°C) []	Al salir de APCS (°C) []
Flujo de Gases Salientes	(m³/h) (gas seco)	

Residuos		Eliminación de estos residuos	
Generación de Cenizas del fondo	t/a []	Recirculación []	Relleno sanitario []
Generación de Cenizas volantes	t/a []	Recirculación []	Relleno sanitario []
Generación de agua (residual)	t/a []	Eliminación	
Generación de Lodos (como materia seca)	t/a []	Recirculación []	Relleno sanitario []

Clasificación y evaluación final (a ser llenado por el evaluador de datos)

	Factor de emisión (µg EQT/t)				
Clase	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos
	Vertido anual (g EQT/a)				
Actividad anual (t/a)	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos

Cuestionario 5: Grupo 5 – Transporte

Región/Provincia/País.			
Dirección			
Contacto (Nombre, cargo, números de teléfono y fax, e-mail)			
Tipo de combustible	Gasolina con plomo	Gasolina sin plomo	Diesel/ Fuel Oil liviano
Consumo anual nacional de combustible en litros por año (L/a)			
Autos de pasajeros			
Número de vehículos			
Desempeño carretero anual por vehículo y kilómetro (km/a)			
Consumo de combustible (L/km; L/a)			
Consumo anual total (L/a)			
APCS* (Sí/No)			
Buses			
Número de buses			
Desempeño carretero anual por vehículo y año (km/a)			
Consumo de combustible (L/km; L/a)			
Consumo anual total (L/a)			
Consumo anual en toneladas por año (t/a)			
APCS (Sí/No)			
Buses y camiones			
Número de buses			
Desempeño carretero anual por vehículo y año (km/a)			
Consumo de combustible (L/km; L/a)			
Consumo anual total (L/a)			
Consumo anual en toneladas por año (t/a)			
APCS (Sí/No)			
Buques			
Número de buques			
Desempeño anual por vehículo y año (km/a)			

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

Consumo de combustible (L/km; L/a)			
Consumo anual total (L/a)			
Consumo anual en toneladas por año (t/a)			
APCS (Sí/No)			
Trenes			
Número de trenes (que funcione con cualquier de los combustibles mencionados)			
Desempeño anual de las vías de trenes por vehículo y año (km/a)			
Consumo de combustible (L/km; L/a)			
Consumo anual total(L/a)			
Consumo anual en toneladas por año (t/a)			
APCS (Sí/No)			

Clasificación y evaluación final (a ser llenado por el evaluador de datos)

	Factor de emisión (µg EQT/t)				
Clase	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos
	Vertido anual (g EQT/a)				
Actividad anual (t/a)	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos

*APCS: se refiere a catalizador para gasolina y remoción de partículas para Diesel

Cuestionario 6: Grupo 6 – Procesos de quema a cielo abierto

Región/Provincia/País.							
Dirección							
Contacto (Nombre, cargo, números de teléfono y fax, e-mail)							
Quema de biomasa							
Tipo de biomasa, <i>ej.</i> : pino, caña de azúcar, <i>etc.</i>	Cantidad de biomasa por hectárea quemada (t/ha)	Área quemada por hectárea y año (ha/a)		Cantidad de biomasa quemada en toneladas por año (t/a)			
1.							
2.							
3.							
4.							
Total							
Quema a cielo abierto de residuos e incendios accidentales							
Estadísticas de residuos en general							
Toneladas de residuos generados	Per capita y por día		Per capita y por año		Nacional por año (t)		
Tipo de fuente	Cantidad de residuos quemados per capita (t/a)		Número de habitantes		Cantidad de residuos quemados por año (t/a)		
	(%)	(t/a)	(%)	(t/a)	(%)	(t/a)	
1. Incendios/quemas de rellenos sanitarios							
2. Quema a cielo abierto de residuos domiciliarios							
3. Quema a cielo abierto de madera (construcción/demoliciones)							
Región/Provincia/Todo el país							
	Número de casa quemadas por año (No/a)			Número de vehículos quemados por año (No/a)			
4. Incendios accidentales en casa, fábricas							
5. Incendios accidentales de vehículos							

Clasificación y evaluación final (a ser llenado por el evaluador de datos)

	Factor de emisión (µg EQT/t)
--	-------------------------------------

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

Clase	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos
	Vertido anual (g EQT/a)				
Actividad anual (t/a)	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos

Enero de 2013

Cuestionario 7: Grupo 7 – Producción y uso de sustancias o productos químicos y artículos de consumo (vertidos atmosféricos y al agua)

Industria química: Tipo de planta	Industria de celulosa y papel: Celulosa	[]
	Industria de celulosa y papel: Papel (primario o reciclado)	[]
	Celulosa y papel – integrado	[]
	Producción de órgano clorados	
	Dicloruro de etileno	[]
	PVC	[]
	Plaguicidas (PCP, 2,4,5-T, 2,4-D)	[]
	Producción gas cloro (electrodos de grafito)	[]
	Refinerías de la industria petrolera	[]
Dirección		
Contacto (Nombre, cargo, números de teléfono y fax, e-mail)		
Capacidad: Consumo de materia prima (tipo, cantidad = t/a)		
Capacidad: Producto final de materia prima (tipo, cantidad = t/a)		
Tipo de Proceso	Lecho fijo	[]
	Lecho fluido	[]
	Otro	[]
Tipo de Operación	Lote (ej.: 100 kg por lote)	[]
	Semi continuo (ej.: 8 horas por día)	[]
	Continuo (24 horas por día)	[]
Operación anual/ Capacidad (por unidad)	t/h (toneladas por hora) h/d (horas por día) d/s (días por semana) t/d (toneladas por día) d/a (días por año) h/a (horas por año) t/a (toneladas por año)	
Operación anual/ Capacidad (total)	t/h (toneladas por hora) h/d (horas por día) d/s (días por semana) t/d (toneladas por día) d/a (días por año) h/a (horas por año)	

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

	t/a (toneladas por año)		
Temperatura de operaciones/producción	(°C)		
Vertido de agua (L/h, m³/a)			
Tratamiento del agua	Laguna de decantación	[]	
	Laguna aereada	[]	
	Tratamiento secundario	[]	
	Tratamiento terciario	[]	
	Otros (por favor especificar)	[]	
Generación de lodos	t/a (toneladas por año)		
Eliminación de lodos	Relleno sanitario (t/a)		
	Agricultura del suelo (t/a)		
	In situ (t/a)		
	Incineración (t/a)		
	Otros (por favor especificar) (t/a)		
Tipo de Sistema de Control de Contaminación Atmosférica(APCS)	Precipitador electrostático	[]	
	Ciclón	[]	
	Filtro de manga	[]	
	Lavador húmedo	[]	
	Lavador seco	[]	
	Inyección de cal	[]	
	Inyección de NaOH/ álcali	[]	
	Inyección de carbón activado/coque	[]	
	Filtro de carbón activado	[]	
	Convertidor catalítico (SCR)	[]	
	Ventilador de tiro inducido o forzado	[]	
	Otro (por favor especificar)		
	Ninguno	[]	
	Temperatura de los gases	Al entrar a APCS (°C) []	Al salir de APCS (°C) []
Flujo de Gases Salientes	(m³/h) (gas seco)		
Residuos		Eliminación de estos residuos	
Generación de Cenizas del fondo	t/a []	Recirculación []	Relleno sanitario []
Generación de Cenizas volantes	t/a []	Recirculación []	Relleno sanitario []
Generación de agua (residual)	t/a []	Eliminación	
Generación de Lodos (como materia seca)	t/a []	Recirculación []	Relleno sanitario []

Clasificación y evaluación final (a ser llenado por el evaluador de datos)

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

	Factor de emisión (µg EQT/t)				
Clase	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos
	Vertido anual (g EQT/a)				
Actividad anual (t/a)	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuos

Anexo 4 Compilación de todos los factores de emisión

Este anexo contiene una compilación de todos los factores de emisión para las diez categorías de fuentes. Estas hojas también se encuentran disponibles en fichas EXCEL para usarse directamente para cálculo de los vertidos anuales por medio de todos los vectores.

En los siguientes cuadros, la mayoría de los factores de emisión se presentan como μg EQT por ton de material de alimentación o producto, respectivamente. En unas pocas excepciones, ej.: residuos de las cocinas a carbón en calefacción domiciliaria (categoría 3e) así como para las emisiones de agua en el grupo 9, los vertidos anuales se estiman sobre la base de los residuos generados. Para otras estimaciones, ej.: emisiones a agua y residuos de la Industria de celulosa y papel, la opción preferida también puede ser calcular los vertidos anuales según el volumen vertido y la concentración en el agua o el residuo, respectivamente.

Se debe tener cuidado también de no contar dos veces los vertidos anuales; por ej. el residuo de un proceso puede ser material de insumo de otro proceso o actividad. Entre los ejemplos hay cenizas de la industria del metal ferroso y no ferroso, que puede ser utilizado en procesos secundarios. Además, las aguas residuales de los procesos industriales normalmente deben atribuirse al sector de la industria respectiva donde se generan. Sin embargo, ocasionalmente las estadísticas pueden dar datos en el lugar de eliminación, por ejemplo, se puede saber la cantidad de aguas residuales vertidas en una ubicación en particular; por ej. Para vertido al mar abierto o descargas en plantas cloacales. Por lo tanto, se debe tomar especial cuidado cuando se están llenando las cifras, especialmente para el grupo 9.

En las siguientes tablas:

“NA” denota que no se espera el vector.

“ND” denota que actualmente no se dispone de ningún factor de emisión adecuado. Esto significa que este vector puede ser de importancia, pero actualmente no se pueden calcular los vertidos con este vector.

“LoC” denota el nivel de confianza asignado a un factor de emisión determinado.

“H” denota un alto nivel de confianza.

“M” denota un nivel de confianza mediano.

“L” denota un nivel de confianza bajo.

Cuadro III.4.1 Factores de emisión para el grupo 1 – Incineración de residuos

Grupo	Categoría	Clase	Categoría de fuentes	Posible vía de vertido (µg EQT/t)					
				Aire	Agua	Suelo	Productos	Ceniza volante	Ceniza depositada
1			Incineración de residuos						
	a		Incineración de residuos sólidos urbanos						
		1	Combustión de baja tecno., ningún APCS <i>LoC M</i>	3,500		NA	NA	ND	75 <i>M</i>
		2	Comb. controlada, APCS mínimo <i>LoC M</i>	350		NA	NA	500 <i>M</i>	15 <i>M</i>
		3	Comb. controlada, APCS bueno <i>LoC M</i>	30		NA	NA	200	7 <i>M</i>
		4	Combustión de alta tecno., APCS sofisticado <i>LoC M</i>	0,5		NA	NA	15 <i>M</i>	1.5 <i>M</i>
	b		Incineración de residuos peligrosos						
		1	Combustión de baja tecno., ningún APCS <i>LoC L</i>	35.000		NA	NA	9.000 <i>L</i>	
		2	Comb. controlada, APCS mínimo <i>LoC L</i>	350		NA	NA	900 <i>L</i>	
		3	Comb. controlada, APCS bueno <i>LoC L</i>	10		NA	NA	450 <i>L</i>	
		4	Combustión de alta tecno., APCS sofisticado <i>LoC L</i>	0,75		NA	NA	30 <i>L</i>	
	c		Incineración de residuos médicos						
		1	Combustión de lotes no controlada, ningún APCS <i>LoC L</i>	40,000		NA	NA		200 <i>L</i>
		2	Controlada, lote, ningún APCS o mínimo <i>LoC L</i>	3.000		NA	NA		20 <i>L</i>
		3	Controlada, lote comb., APCS bueno <i>LoC M</i>	525		NA	NA	920 <i>M</i>	
		4	APCS sofisticado, continuo, de alta tecno. <i>LoC M</i>	1		NA	NA	150 <i>M</i>	
	d		Incineración de residuos de trituradora de fracción liviana						
		1	Combustión de lotes no controlada, ningún APCS <i>LoC L</i>	1.000		NA	NA	ND	

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros
COP no intencionales

Enero de 2013

		2	Combustión controlada, en lotes, ningún APCS o APCS mínimo <i>LoC M</i>	50		NA	NA	ND	
		3	APCS sofisticado, continuo, de alta tecno. <i>LoC M</i>	1		NA	NA	150 <i>M</i>	
	e		Incineración de lodos cloacales						
		1	Ningún/poco APCS , hornos viejos, lote <i>LoC M</i>	50		NA	NA	23 <i>M</i>	
		2	Algún APCS actualizado, continuamente <i>LoC M</i>	4		NA	NA	0,5 <i>M</i>	
		3	APCS completo, de última generación <i>LoC M</i>	0,4		NA	NA	0,5 <i>M</i>	
	f		Incineración de residuos de madera y biomasa de residuos						
		1	Ningún/poco APCS , hornos viejos, lote <i>LoC M</i>	100		NA	NA	1.000 <i>M</i>	
		2	Algún APCS actualizado, continuamente. <i>LoC M</i>	10		NA	NA	10 <i>M</i>	
		3	APCS completo, de última generación <i>LoC M</i>	1		NA	NA	0,2 <i>M</i>	
	g		Quema de carcasas de animales						
		1	Ningún/poco APCS , hornos viejos, lote <i>LoC M</i>	500		NA	NA		ND
		2	Actualizado, continuamente, algún APCS <i>LoC M</i>	50		NA	NA		ND
		3	APCS completo, de última generación <i>LoC M</i>	5		NA	NA		ND

Cuadro III.4.2 Factores de emisión para el grupo 2 – Producción de metales ferrosos y no ferrosos

Grupo	Cat.	Clase	Categoría de fuentes	Vía potencial de vertido (µg EQT/t)				
				Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
2			Producción de metales ferrosos y no ferrosos					
	a	1	Sinterizado de mineral de hierro Alto reciclado de residuos, incl. materiales contaminados con hidrocarburos, no se hace control de la contaminación del aire, o es limitada <i>LoC</i>	20 <i>M</i>	ND	ND	ND	0,003 <i>L</i>
			2 Planta bien controlada, bajo uso de residuos <i>LoC</i>	5 <i>H</i>	ND	ND	ND	1 <i>L</i>
			3 Reducción de emisiones, alta tecnología <i>LoC</i>	0,3 <i>H</i>	ND	ND	ND	2 <i>M</i>
	b	1	Producción de coque No se hace limpieza de gas <i>LoC</i>	3 <i>M</i>	0,06 <i>M</i>	ND	ND	ND
			2 Combustión retardada/ remoción de polvo <i>LoC</i>	0,03 <i>M</i>	0,06 <i>M</i>	ND	ND	ND
	c	1	Plantas de producción de hierro y acero y fundiciones Plantas de hierro y acero Chatarra sucia, precalentamiento de la chatarra, controles limitados <i>LoC</i>	10 <i>H</i>	ND	NA	NA	15 <i>M</i>
			2 Chatarra limpia/hierro virgen o chatarra sucia, combustión retardada, filtro de tela <i>LoC</i>	3 <i>H</i>	ND	NA	NA	15 <i>H</i>
			3 Chatarra limpia/hierro virgen o chatarra sucia, EAF equipado con APC diseñado para emisiones bajas de PCDD/PCDF, Hornos BOF (de oxígeno básico) <i>LoC</i>	0,1 <i>H</i>	ND	NA	NA	0,1 <i>M</i>
			4 Altos hornos con APCS <i>LoC</i>	0,01 <i>H</i>	ND	NA	NA	ND
		1	Fundiciones Cúpula de aire fría o cúpula de aire caliente o tambor rotativo, ningún APCS <i>LoC</i>	10 <i>M</i>	ND	NA	NA	ND
			2 Tambor rotativo – filtro de tela o depurador húmedo <i>LoC</i>	4.3 <i>M</i>	ND	NA	NA	0,2 <i>L</i>
			3 Cúpula de aire fría, filtro de tela o depurador húmedo <i>LoC</i>	1 <i>M</i>	ND	NA	NA	8 <i>L</i>
			4 Cúpula de aire caliente o horno de inducción, <i>LoC</i>	0,03 <i>M</i>	ND	NA	NA	0,5 <i>L</i>

		filtro de tela o depurador húmedo					
		LoC	M				M
		Plantas galvanizadoras de inmersión en caliente					
	1	Instalaciones sin APCS	0,06	NA	NA	NA	0,01
		LoC	M				L
	2	Instalaciones sin paso de desgrasado, APCS bueno	0,05	NA	NA	NA	2
		LoC	M				L
	3	Instalaciones con paso de desgrasado, APCS bueno	0,02	NA	NA	NA	1
		LoC	M				L
d		Producción de cobre					
	1	Cu secundario– Tecnología básica	800	0,5	NA	NA	630
		LoC	M	M			L
	2	Cu Sec – Bien controlada	50	0,5	NA	NA	630
		LoC	H	M			L
	3	Cu Sec – Optimizada para el control de PCDD/PCDF	5	0,5	NA	NA	300
		LoC	M	M			M
	4	Fundición y moldeado de aleaciones de Cu/Cu	0,03	0,5	NA	NA	ND
		LoC	M	M			
	5	Cu Prim., bien controlada, con algunos materiales de alimentación secundarios	0,01	0,5	NA	NA	ND
		LoC	H	M			
	6	Prim. pura. Fundidoras de Cu sin alimentación secundaria	ND	0,5	NA	NA	NA
		LoC		M			
e		Producción de aluminio					
	1	Procesado de chatarra de Al, tratamiento mínimo de material que entra, remoción simple del polvo	100	ND	NA	NA	200
		LoC	M				M
	2	Tratamiento de chatarra, bien controlado, filtro de tela, inyección de cal	3.5	ND	NA	NA	400
		LoC	H				M
	3	Proceso optimizado para la reducción de PCDD/PPCDF	0,5	ND	NA	NA	100
		LoC	M				M
	4	Secado de torneados/ virutas (plantas sencillas)	5.0	NA	NA	NA	NA
		LoC	M				
	5	Remoción térmica de aceite, hornos rotativos, combustiones retardadas, filtro de telas	0,3	NA	NA	NA	NA
		LoC	M				
	6	Planta de Al primario	ND	NA	NA	NA	ND

enero de 2015	f	Producción de plomo						
		1	Producción de plomo a partir de chatarra que contiene PVC LoC M	80	ND	NA	NA	ND
		2	Producción de plomo a partir de chatarra libre de PVC/Cl2, algún APCS LoC H	8	ND	NA	NA	50 H
		3	Producción de plomo a partir de chatarra libre de PVC/Cl2 en hornos altamente eficientes, con APC incluyendo depuradores LoC M	0,05	ND	NA	NA	ND
		4	Producción de plomo puro primario LoC M	0,4	ND	NA	NA	ND
	g	Producción de zinc						
		1	Horno sin control de polvo LoC M	1.000	ND	NA	NA	0,02 M
		2	Hornos rotativos/ aglomeración en caliente, control básico LoC H	100	ND	NA	NA	1* M
		3	Control integral LoC H	5	ND	NA	NA	1* M
	4	Fundición de zinc y producción primaria de zinc LoC M	0,1	ND	NA	NA	ND	
	h	Producción de latón y bronce						
		1	Remoción térmica de torneados LoC H	2.5	NA	NA	NA	NA
		2	Hornos de fundición sencillos LoC M	10	ND	NA	NA	ND
		3	Chatarra mezclada, horno de inducción, filtro de bolsa LoC H	3.5	ND	NA	NA	125 M
	4	Equipos sofisticados, material de entrada limpio, buen APCS LoC H	0,1	ND	NA	NA	ND	
	i	Producción de magnesio						
		1	Uso de tratamiento térmico de MgO/C en Cl2, sin tratamiento de efluentes, mal APCS LoC M	250	9.000	NA	NA	0
		2	Uso de tratamiento térmico de MgO/C en Cl2, control integral de la contaminación LoC H	50	30	NA	NA	9.000 M
	3	Proceso térmico de reducción LoC H	3	ND	NA	NA	NA	
	j		Producción térmica de metal no ferroso (ej.:					

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros
COP no intencionales

Enero de 2013

		Ni)					
	1	Chatarra contaminada, APCS simple o ningún APCS	100	ND	NA	NA	ND
		LoC	M				
	2	Chatarra limpia, APCS Bueno	2	ND	NA	NA	ND
		LoC	M				
	k	Trituradoras					
	1	Plantas trituradoras de metales	0,2	NA	NA	ND	5
		LoC	H				H
	l	Recuperación térmica de cables y reciclaje de residuos electrónicos					
	1	Quema de cables a cielo abierto	12.000	ND	ND	ND	ND
		LoC	M				
	2	Quema a cielo abierto de tableros de circuitos	100	ND	ND	ND	ND
		LoC	M				
	3	Horno básico con posquemador, depurador húmedo	40	ND	NA	ND	ND
		LoC	M				
	4	Quema de motores eléctricos, zapata de frenos, etc., combustión retardada	3.3	ND	NA	ND	ND
		LoC	M				

* En algunos casos (por ej. hornos de Waelz) los factores de emisión para residuos pueden llegar a 2.000 µg EQT/t de zinc

Cuadro III.4.3 Factores de emisión para el grupo 3 – Generación de energía y calor

Grupo	Cat.	Clase	Categoría de fuentes	Vía potencial de vertido (µg EQT/TJ)				
				Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
3			Generación de energía y calor					
	A		Plantas de energía alimentadas con combustible fósil					
		1	Calderas para producción de energía alimentadas con combustible fósil y residuos <i>LoC</i>	35 <i>L</i>	ND	NA	NA	ND
		2	Calderas para producción de energía a carbón <i>LoC</i>	10 <i>M</i>	ND	NA	NA	14 <i>H</i>
		3	Calderas a turba para producción de energía <i>LoC</i>	17.5 <i>L</i>	ND	NA	NA	ND
		4	Calderas alimentadas con combustible pesado para producción de energía <i>LoC</i>	2.5 <i>M</i>	ND	NA	NA	ND
		5	Plantas de energía a hidrocarburos de esquisto <i>LoC</i>	1.5 <i>L</i>	ND	NA	NA	ND
		6	Calderas de combustible liviano/gas natural para producción de energía <i>LoC</i>	0,5 <i>H</i>	ND	NA	NA	ND
	B	1	Plantas de energía a partir de biomasa Calderas alimentadas con biomasa mezclada para producción de energía <i>LoC</i>	500 <i>M</i>	ND	NA	NA	ND
		2	Calderas alimentadas con madera limpia para producción de energía <i>LoC</i>	50 <i>H</i>	ND	NA	NA	15 <i>H</i>
		3	Calderas alimentadas a paja <i>LoC</i>	50 <i>M</i>	ND	NA	NA	70 <i>M</i>
		4	Calderas alimentadas a bagazo, afrechillo de arroz etc. <i>LoC</i>	50 <i>L</i>	ND	NA	NA	50 <i>L</i>
	C	1	Combustión de biogás de rellenos sanitarios Motores, turbinas y llamaradas, calderas alimentadas a biogás-/gas de relleno sanitario <i>LoC</i>	8 <i>M</i>	ND	NA	NA	NA
	D		Calefacción y cocina en hogares – Biomasa					µg EQT/t Ceniza

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros
COP no intencionales
Enero de 2013

		1	Cocinas alimentadas a biomasa contaminada <i>LoC</i>	1,500 <i>L</i>	ND	ND	NA	1.000 <i>L</i>
		2	Cocinas alimentadas a biomasa virgen (tecnología avanzada) <i>LoC</i>	100 <i>M</i>	ND	ND	NA	10 <i>M</i>
		3	Cocinas alimentadas a paja <i>LoC</i>	450 <i>L</i>	ND	ND	NA	30 <i>L</i>
		4	Cocinas alimentadas a carbón <i>LoC</i>	100 <i>L</i>	ND	ND	NA	0,1 <i>L</i>
		5	Cocinas a fuego abierto (3-piedra) (madera virgen) <i>LoC</i>	20 <i>L</i>	ND	ND	NA	0,1 <i>L</i>
		6	Cocinas simples (madera virgen) <i>LoC</i>	100 <i>L</i>	ND	ND	NA	0,1 <i>L</i>
	E		Calefacción de hogares – Combustibles fósiles					µg EQT/t Ceniza
		1	Cocinas que funcionan conjuntamente a alto cloro carbón/residuos/biomasa <i>LoC</i>	1,700 <i>L</i>	ND	NA	NA	5.000 <i>L</i>
		2	Cocinas que funcionan conjuntamente a carbón/residuos/biomasa <i>LoC</i>	200 <i>L</i>	ND	NA	NA	NA
		3	Cocinas a carbón <i>LoC</i>	100 <i>M</i>	ND	NA	NA	5 <i>M</i>
		4	Cocinas a turba <i>LoC</i>	100 <i>M</i>	ND	NA	NA	NA
		4	Cocinas a aceite <i>LoC</i>	10 <i>M</i>	ND	NA	NA	NA
		5	Cocinas a gas natural <i>LoC</i>	1.5 <i>M</i>	ND	NA	NA	NA

Cuadro III.4.4 Factores de emisión para el grupo 4 – Producción de productos minerales

Grupo	Cat.	Clase	Categoría de fuentes	Vía potencial de vertido (µg EQT/t)				
				Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
4			Producción de productos minerales					
	a	1	Hornos de cemento Hornos verticales <i>LoC H</i>	5	ND	NA	ND	ND
		2	Hornos húmedos antiguos, ESP temperatura >300°C <i>LoC H</i>	5	ND	NA	ND	ND
		3	Hornos rotativos, ESP/FF temperatura 200 a 300°C <i>LoC H</i>	0,6	ND	NA	ND	ND
		4	Hornos húmedos, ESP/FF temperatura <200°C y todos los tipos de hornos secos con preclantador/precalcinador, T<200°C <i>LoC H</i>	0,05	ND	NA	ND	ND
	b	1	Cal Ciclón/sin control de polvo, combustibles malos o contaminados <i>LoC M</i>	10	ND	NA	ND	ND
		2	Buena reducción del polvo <i>LoC H</i>	0,07	ND	NA	ND	ND
	c	1	Ladrillo Sin reducción de emisiones instalada y que usa combustibles contaminados <i>LoC H</i>	0,2	NA	NA	0,06 <i>H</i>	0,02 <i>H</i>
		2	Sin reducción de emisiones instalada y que usa combustibles no contaminados; Reducción de emisiones instalada y que usa cualquier tipo de combustibles; Son reducción de emisiones instalada pero con controles de procesos de última generación <i>LoC M</i>	0,02 <i>M</i>	NA	NA	0,006 <i>M</i>	0,002 <i>M</i>
	d	1	Vidrio Ciclón/sin control de polvo control, combustibles malos o contaminados <i>LoC M</i>	0,2 <i>M</i>	NA	NA	ND	ND
		2	Buena reducción del polvo <i>LoC M</i>	0,015 <i>M</i>	NA	NA	ND	ND
	e	1	Cerámica Ciclón/sin control polvo, combustible malo o contaminado <i>LoC M</i>	0,2 <i>M</i>	NA	NA	ND	ND
		2	Buena reducción del polvo	0,02	NA	NA	ND	ND

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

			<i>LoC</i>	<i>M</i>				
	F		Mezcla de asfalto					
		1	Planta de mezclado sin limpieza de gases	0,07	NA	NA	ND	ND
			<i>LoC</i>	<i>M</i>				
		2	Planta de mezclado con filtro de tela, depurador húmedo	0,007	NA	NA	ND	0,06
			<i>LoC</i>	<i>M</i>				<i>M</i>
	G		Procesamiento e hidrocarburos de esquisto					
		1	Fraccionado térmico	ND	ND	ND	ND	ND
		2	Pirólisis de hidrocarburos de esquisto	0,003	NA	ND	0,07	2
			<i>LoC</i>	<i>M</i>			<i>M</i>	<i>M</i>

Cuadro III.4.5 Factores de emisión para el grupo 5 – Transporte

Grupo	Cat.	Clase	Categoría de fuentes	Vía potencial de vertido (µg EQT/t)				
				Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
5			Transporte					
	a	1	Motores de cuatro tiempos					
			Combustible con plomo <i>LoC H</i>	2.2	NA	NA	NA	NA
			Gasolina sin plomo y sin catalizador <i>LoC M</i>	0,1	NA	NA	NA	NA
			Gasolina sin plomo y con catalizador <i>LoC M</i>	0,001	NA	NA	NA	NA
	4		Etanol con catalizador <i>LoC L</i>	0,0007	NA	NA	NA	NA
	b	1	Motores de dos tiempos					
			Combustible con plomo <i>LoC L</i>	3.5	NA	NA	NA	NA
	2		Combustible sin plomo <i>LoC L</i>	2.5	NA	NA	NA	NA
	c	1	Motores Diésel					
			Diésel común <i>LoC M</i>	0,1	NA	NA	NA	ND
	2		Biodiésel <i>LoC M</i>	0,07	NA	NA	NA	ND
	d	1	Motores a hidrocarburos pesados					
			Todos los tipos <i>LoC M</i>	2	NA	NA	NA	ND

Cuadro III.4.6 Factores de emisión para el grupo 6 – Procesos de quema a cielo abierto

Grupo	Cat.	Clase	Categoría de fuentes	Vía potencial de vertido (µg EQT/t)				
				Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
6			Quema a cielo abierto Procesos					
	a	1	Quema de biomasa Quema de residuos agrícolas en el campo de cereales y rastrojo de otros cultivos, afectados, malas condiciones de quema <i>LoC M</i>	30	ND	10	NA	NA
			Quema de residuos agrícolas en el campo de cereales y rastrojo de otros cultivos, no afectados <i>LoC M</i>	0,5	ND	0,05	NA	NA
			Quema de caña de azúcar <i>LoC H</i>	4	ND	0,05	NA	NA
			Incendios forestales <i>LoC H</i>	1	ND	0,15	NA	NA
			Incendios de pastizales y savana <i>LoC H</i>	0,5	ND	0,15	NA	NA
	b	1	Quema de residuos e incendios accidentales Incendios en vertederos de basura (residuos compactados, húmedos, alto contenido de carbón orgánico) <i>LoC M</i>	300	ND	10	NA	NA
			Incendios accidentales en hogares, fábricas <i>LoC M</i>	400	ND	400	NA	NA
			Quema a cielo abierto de residuos domiciliarios <i>LoC M</i>	40	ND	1	NA	NA
			Incendios accidentales en vehículos (por vehículo) <i>LoC M</i>	100	ND	18	NA	NA
			Quema a cielo abierto de madera (construcción/demolición) <i>LoC M</i>	60	ND	10	NA	NA

Cuadro III.4.7 Factores de emisión para el grupo 7 – Producción y uso de productos químicos y artículos de consumo

Grupo	Cat.	Clase	Categoría de fuentes	Vía potencial de vertido (µg EQT/t)				
				Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
7			Producción y uso de productos químicos y artículos de consumo					
	a		Celulosa y papeleras * <i>Calderas (por ton ADt pasta de celulosa)</i>					
		1	Calderas para recuperación alimentadas con licor negro <i>LoC M</i>	0,03				ND
		2	Calderas para producción de energía alimentadas con lodo y/o biomasa/corteza <i>LoC M</i>	0,5				5 <i>M</i>
		3	Calderas para producción de energía alimentadas con madera impregnada en sal <i>LoC M</i>	13				228 <i>M</i>
			<i>Descargas acuosas y productos</i>					
		1	Proceso Kraft, Cl ₂ , no de madera, fibras contaminadas con PCP <i>LoC M</i>		ND		30 <i>M</i>	ND
		2	Proceso Kraft, Cl ₂ <i>LoC M</i>		4.5 <i>M</i>		10 <i>M</i>	4.5 <i>M</i>
		3	Tecnología mixta <i>LoC M</i>		1.0 <i>M</i>		3 <i>M</i>	1.5 <i>M</i>
		4	Proceso de sulfito, Cl ₂ <i>LoC M</i>		ND		1 <i>M</i>	ND
		5	Proceso Kraft, ClO ₂ <i>LoC M</i>		0,06 <i>M</i>		0,5 <i>M</i>	0,2 <i>M</i>
		6	Proceso de sulfito, ya sea ClO ₂ o TCF <i>LoC M</i>		ND		0,1 <i>M</i>	ND
		7	Proceso termomecánico <i>LoC M</i>		ND		1.0 <i>M</i>	ND
		8	Reciclaje de papel con desechos de papel contaminados <i>LoC M</i>		ND		10 <i>M</i>	ND
		9	Reciclaje de papel con papel moderno <i>LoC M</i>		ND		3 <i>M</i>	ND
	b		Productos químicos inorgánicos clorados					
			<i>Producción de cloro elemental (por ton ECU)</i>					
		1	Producción de cloro-álcali usando ánodos de grafito <i>LoC</i>	ND	ND	ND	ND	1.000 <i>L</i>
		2	Producción de cloro-álcali usando electrodos de titanio					
	2a		Tecnologías simples	ND	17	ND	ND	27

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros
COP no intencionales
Enero de 2013

			LoC	L			L
	2b	Tecnologías intermedias	ND	1.7	ND	ND	1.7
			LoC	L			L
	2c	Tecnologías complejas	ND	0,002	ND	ND	0,3
			LoC	L			L
c		Productos químicos alifáticos clorados					
		<i>ECD/VCM y EDC/VCM/PVC descarga y descarga líquida</i>					
		<i>cámaras de combustión (por ton VCM)</i>					
		Tecnologías simples	5				
			LoC	L			
		Tecnologías intermedias	0,5				
			LoC	L			
		Tecnologías complejas	0,05				
			LoC	L			
		<i>ECD/VCM y EDC/VCM/PVC catalizador gastado de las instalaciones que usan un catalizado de lecho fijo para la oxícloración (por ton EDC)</i>					
		Tecnologías simples					8
			LoC				L
		Tecnologías intermedias					0.85
			LoC				L
		Tecnologías complejas*					0,02
			LoC				L
		<i>ECD/VCM y EDC/VCM/PVC producción procesos (por ton EDC)</i>					
	1	Tecnologías simples					
		Con catalizador de oxícloración de lecho fijo		25	NA	2	0.75
		Con catalizador de oxícloración de lecho fluidificado		25	NA	2	4
			LoC	L		L	L
	2	Tecnologías intermedias					
		Con catalizador de oxícloración de lecho fijo		2.5	NA	0,2	0,2
		Con catalizador de oxícloración de lecho fluidificado		2.5	NA	0,2	2
			LoC	L		L	L
	3	Tecnologías complejas*					
		Con catalizador de oxícloración de lecho fijo		0,5	NA	0,006	0,095
		Con catalizador de oxícloración de lecho fluidificado		0,5	NA	0,006	0,4
			LoC	L		L	L
		<i>solo PVC (por ton PVC producto)</i>					
	1	Tecnologías simples	1	0,03	NA	ND	0,095
			LoC	L			L
	2	Tecnologías intermedias	0,1	0,003	NA	ND	0,06
			LoC	L			L

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros
COP no intencionales

Enero de 2013

		3	Tecnologías complejas*	0,021	0,0003	NA	NA	0,005
			LoC	L	L			L
	d		Productos químicos aromáticos clorados (por ton producto)					
			<i>Clorobencenos</i>					
	1		1,4-Diclorobenceno	ND	ND	NA	39	ND
			LoC				M	
			<i>PCB</i>					
	1		Baja cloración, Clofen A30, Aroclor 1242				15.000	
			LoC				M	
	2		Cloración media, Clofen A40, Aroclor 1248				70.000	
			LoC				M	
	3		Cloración media, Clofen A50, Aroclor 1254				300.000	
			LoC				M	
	4		Cloración alta, Clofen A60, Aroclor 1260				1.500.000	
			LoC				M	
			<i>PCP y PCP-Na</i>					
	1		PCP	ND	ND	ND	634.000	ND
			LoC				M	
	2		PCP-Na	ND	ND	ND	12,500	ND
			LoC				M	
			<i>2,4,5-T y 2,4,5-TCP</i>					
	1		2,4,5-T	ND	ND	ND	7.000	ND
			LoC				M	
	2		2,4,5-TCP	ND	ND	ND	700	ND
			LoC				M	
			<i>Cloronitrofen (CNP)</i>					
	1		Tecnologías antiguas	ND	ND	ND	9.200.000	ND
			LoC				M	
	2		Tecnologías nuevas	ND	ND	ND	4,500	ND
			LoC				M	
			<i>Pentacloronitrobenceno (PCNB)</i>					
	1		Tecnologías simples	ND	ND	ND	5,600	ND
			LoC				M	
	2		Tecnologías intermedias	ND	ND	ND	2,600	ND
			LoC				M	
	3		Tecnologías complejas	ND	ND	ND	260	ND
			LoC				M	
			<i>2,4-D y derivados</i>					
	1		Tecnologías simples	ND	ND	ND	5,688	ND
			LoC				M	
	2		Tecnologías intermedias	ND	ND	ND	170	ND
			LoC				M	
	3		Tecnologías complejas	ND	ND	ND	0,1	ND
			LoC				M	
			<i>Parafinas cloradas</i>					

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros
COP no intencionales
Enero de 2013

		1	Tecnologías simples	ND	ND	ND	ND	ND
		2	Tecnologías intermedias	ND	ND	ND	500	ND
			LoC				M	
		3	Tecnologías complejas	ND	ND	ND	140	ND
			LoC				M	
		1	<i>P-cloranil</i> Cloración directa de fenol	ND	ND	ND	400.000	ND
			LoC				M	
		2	Cloración de hidroquinona con purificación mínima	ND	ND	ND	1.500.000	ND
			LoC				M	
		3	Cloración de hidroquinona con purificación moderada	ND	ND	ND	26.000	ND
			LoC				M	
		4	Cloración de hidroquinona con purificación avanzada	ND	ND	ND	150	ND
			LoC				M	
		1	<i>Ftalocianina colorantes y pigmentos</i> Ftalocianina cobre	ND	ND	ND	70	ND
			LoC				M	
		2	Ftalocianina verde	ND	ND	ND	1,400	ND
			LoC				M	
		1	<i>Colorantes y pigmentos de dioxazina</i> Azul 106	ND	ND	ND	35.000	ND
			LoC				M	
		2	Azul 108	ND	ND	ND	100	ND
			LoC				M	
		3	Violeta 23	ND	ND	ND	12.000	ND
			LoC				M	
		1	<i>Triclosan</i> Tecnologías simples	ND	ND	ND	1,700	82.000
			LoC				M	M
		2	Tecnologías intermedias	ND	ND	ND	60	ND
			LoC				M	
		3	Tecnologías complejas	ND	ND	ND	3	ND
			LoC				M	
	e		Otros productos químicos clorados y no clorados (por ton de producto) <i>TiCl₄ y TiO₂</i>					
		1	Tecnologías simples	ND	0,2	ND	0	42
			LoC		M		M	M
		2	Tecnologías intermedias	ND	0,001	ND	0	8
			LoC		M		M	M
		1	<i>Caprolactam</i> Caprolactam	0,00035	0,5 (pg EQT/L)	ND	ND	ND

Enero de 2013

			LoC	M	M			
	f	Refinería de petróleo						
		1	Llamarada (por TJ de combustible quemado)	0,25	NA	NA	NA	ND
			LoC	M				
			Producción procesos (por ton aceite)					
			Unidad de reforma catalítica					14 (µg
		1		0,02	NA	NA	NA	EQT/t
			LoC	M				residuo)
		2	Unidad de coquización	0,4	NA	NA	NA	M
			LoC	M				
		3	Tratamiento de aguas residuales de toda la refinería	ND	5 (pg	ND	ND	ND
			LoC		EQT/L)			
					M			
	G	Plantas textiles						
		1	Tecnologías simples	ND	ND	ND	100	ND
			LoC				L	
		2	Tecnologías no MTD intermedias	ND	ND	ND	0,1	ND
	H		LoC				L	
		3	Tecnologías MTD complejas	NA	NA	NA	NA	NA
	H	Plantas de cuero						
		1	Tecnologías simples	NA	ND	ND	1.000	ND
			LoC				L	
		2	Tecnologías intermedias	NA	ND	ND	10	ND
			LoC				L	

* Emisiones a residuos de instalaciones de EDC/VCM, EDC/VCM/PVC y solo PVC con tecnologías complejas (tratamiento de aguas residuales sólidos y/o catalizador gastado) solo si NO se incineran los sólidos.

Cuadro III.4.8 Factores de emisión para el grupo 8 – Otros varios

Grupo	Cat.	Clase	Categoría de fuentes	Vía potencial de vertido (µg EQT/t)				
				Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
8			Otros varios					
	A		Secado de biomasa					
		1	Combustible altamente contaminado (trat. PCP)	10	NA	ND	0,5	2.000
			LoC	L			L	L
		2	Combustible moderadamente contaminado	0,1	NA	ND	0,1	20
			LoC	L			L	L
		3	Combustible limpio	0,01	NA	ND	0,1	5
			LoC	L			L	L
	b		Crematorios					
		1	No hay control (por cremación)	90	NA	NA	NA	ND
			LoC	H				
		2	Control intermedio o cremaciones al aire libre (por cremation)	10	NA	NA	NA	2.5
			LoC	M				M
		3	Control óptimo (por cremación)	0,4	NA	NA	NA	2.5
			LoC	L				L
	c		Casas de humo (simulacros)					
		1	Combustibles contaminados	50	NA	ND	ND	2.000
			LoC	L				L
		2	Combustibles limpios, sin combustión retardada	6	NA	ND	ND	20
			LoC	L				L
		3	Combustibles limpios, combustión retardada	0.6	NA	ND	ND	20
			LoC	L				L
	d		Limpieza en seco					
		1	Textiles pesados, tratados con PCP, etc.	NA	NA	NA	NA	3.000
			LoC					L
		2	Textiles normales	NA	NA	NA	NA	50
			LoC					L
	e		Consumo de Tabaco					
		1	Cigarros (por millón de cigarros)	0,3	NA	NA	NA	0,3
			LoC	L				L
		2	Cigarrillos (por millón de cigarrillos)	0,1	NA	NA	NA	0,1
			LoC	L				L

Cuadro III.4.9 Factores de emisión para el grupo 9 – Eliminación y relleno sanitario

Grupo	Cat.	Clase	Categoría de fuentes	Vía potencial de vertido (µg EQT/t)				
				Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
9			Eliminación y Relleno sanitario					
	a		Relleno sanitarios, Vertederos y Minería de rellenos sanitarios					
		1	Residuos peligrosos	NA	5	NA	NA	NA
			LoC		L			
		2	Residuos mezclados	NA	0,5	NA	NA	50
			LoC		L			L
		3	Residuos domiciliarios	NA	0,05	NA	NA	5
			LoC		L			L
	b		Alcantarillado y tratamiento del alcantarillado (por ton d.m.*) * por emisiones de agua, las unidades son en pg EQT/L					
		1	Materiales de entrada mezclado domiciliarios e industriales					
			Sin extracción de lodo	NA	10	NA	NA	NA
			Con extracción de lodo	NA	1	NA	NA	200
			LoC		H			H
		2	Materiales de entrada urbanos e industriales					
			Sin extracción de lodo	NA	1	NA	NA	NA
			Con extracción de lodo	NA	0,2	NA	NA	20
			LoC		H			H
		3	Materiales de entrada domésticos					
			Sin extracción de lodo	NA	0,04	NA	NA	NA
			Con extracción de lodo	NA	0,04	NA	NA	4
			LoC		H			H
	c		Vertido en mar abierto (por m³)					
		1	Aguas residuales mezcladas domiciliarias e industriales	NA	0,005	NA	NA	NA
			LoC		L			
		2	Aguas residuales urbanas y periurbanas	NA	0,0002	NA	NA	NA
			LoC		L			
		3	Ambientes lejanos	NA	0,0001	NA	NA	NA
			LoC		L			
	d		Compostaje (por ton d.m.)					
		1	Residuos orgánicos separados de los residuos mezclados	NA	NA	NA	50	NA
			LoC				H	
		2	Compost limpio	NA	NA	NA	5	NA
			LoC				H	
	e		Eliminación de aceite usado					
		1	Todas las fracciones	ND	ND	ND	ND	ND

Cuadro III.4.10 Factores de emisión para el grupo 10 – Emplazamientos contaminados y puntos calientes

Grupo	Cat.	Clase	Categoría de fuentes	Producto (µg EQT/t)
10			Emplazamientos contaminados y puntos calientes	
	a		Plantas de producción de cloro	
		1	Producción de cloro álcali	
		2	Proceso de Leblanc y producción asociada de cloro/ blanqueo	
	b		Plantas de producción de organoclorados	
		1	Plantas de producción de clorofenol	
			Producción pasada de lindano donde se han reciclado isómeros de residuos	
		2	de HCH	
			Plantas de producción pasada de otro productos químicos de los que se	
		3	sospecha que contienen PCDD/PCDF	
		4	Plantas de producción de solventes clorados y otro “residuo HCB”	
		5	Materiales que contienen PCB y PCB (pasado)/ producción de equipos	
	c		Lugares de aplicación de plaguicidas y productos químicos que contienen PCDD/PCDF	
	d		Plantas de manufactura y tratamiento de la madera	
	e		Fábricas de textiles y cuero	
	f		Uso de PCB	
	g		Uso de cloro para la producción de metales y productos químicos inorgánicos	
	h		Incineradores de residuos	
	i		Industria metalúrgica	
	j		Accidentes con incendios	
	k		Dragado de sedimentos y llanuras inundadas contaminadas	
	l		Vertederos de desechos/residuos de los grupos 1-9	
	m		Emplazamientos de caolin o arcilla caolinífera	

Anexo 5 Presentación de informes con arreglo a las disposiciones del artículo 15 del Convenio de Estocolmo

Las categorías de fuentes de liberación de COP no intencionales bajo el Convenio de Estocolmo se detallan en el Anexo C, Parte II y Parte III del Convenio. Estas categorías también se encuentran dentro de las consideradas en el Kit de herramientas, donde se clasifican en diez grupos de fuentes para facilitar la elaboración y presentación de informes acerca de las liberaciones de COP. El formato estándar para la presentación de informes acerca de las liberaciones de PCDD/PCDF a través de los informes nacionales con arreglo a las disposiciones del artículo 15 se encuentra en la tabla III.5.1 a continuación.

Algunos países también informan acerca de la liberación de COP al aire y de una cantidad adicional de contaminantes bajo el Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia (CLRTAP) de la CEPE. Para estos países, la tabla III.5.2 a continuación presenta la correspondencia entre la categorización de fuentes bajo CLRTAP, de acuerdo con las “Guías para la presentación de informes de datos de emisiones bajo el Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia” (ECE/EB.AIR/2008/4) y las categorías de fuentes bajo el Convenio de Estocolmo. Bajo las pautas de la CLRTAP, las fuentes se categorizan según el Formato Común de Informes (CFR), un formato estandarizado para la presentación de informes nacionales sobre emisiones bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y CLRTAP. Dentro del CFR, la Nomenclatura estandarizada para la presentación de informes (NFR) ofrece una lista y clasifica una cantidad de categorías de fuentes y sub sectores por códigos.

Cuadro III.5.1 Formato para presentación de las emisiones de PCDD/PCDF en los informes nacionales bajo el Artículo 15 del Convenio de Estocolmo

GRUPO DE FUENTES	VERTIDOS ANUALES DE PCDD-PCDF (G EQT/A)				
	AÑO				
	AIRE	AGUA	SUELO	PRODUCTO	RESIDUO
Incineración de residuos					
Producción de metales ferrosos y no ferrosos					
Generación de calor y energía					
Producción de productos minerales					
Transporte					
Procesos de quema a cielo abierto					
Producción de productos químicos y artículos de consumo					
Eliminación de residuos					
Otros varios					
TOTAL	0	0	0	0	0

Cuadro III.5.2 Transposición de categorización de fuentes entre el Anexo C del Convenio de Estocolmo, SNAP 97 y NFR.

Kit de herramientas del PNUMA Dioxina/Furano	Convenio de Estocolmo Anexo C	SNAP 97	NFR
1. Incineración de residuos			
1a. Incineración de residuos sólidos urbanos	Parte II (a)	090201	6C
1b. Incineración de residuos peligrosos	Parte II (a) Parte II (b)	090202, 090208	6C
1c. Incineración de residuos médicos	Parte II (a)	090207	6C
1d. Incineración de residuos de trituradora de fracción liviana	Parte II (a)	090202	6C
1e. Incineración de lodo cloacal	Parte II (a)	090205	6C
1f. Incineración de madera de desecho y biomasa de residuos	Parte II (a)	090201, 090202	6C
1g. Destrucción de carcasas de animales	Parte III (i)	090902	6C
2. Producción de metales ferrosos y no ferrosos			
2a. Sinterizado de mineral de hierro	Parte II (d)(ii)	030301	1A2a
2b. Producción de coque	Parte III (b)	010406	1A1c
2c. Producción de hierro y acero	Parte III (b)	030203, 040205, 040206, 040207	1A2a 2C1
Fundiciones	Parte III (b)	030303	1A2a
2d. Producción de cobre	Parte II (d) (i)	030306, 030309	1A2b, 2C5a
2e. Producción de aluminio	Parte II (d)(iii)	030310 030322, 040301	1A2b 2C3
2f. Producción de plomo	Parte III (b)	030304, 030307	1A2b, 2C5b
2g. Producción de zinc	Parte II (d)(iv)	030305, 030308, 040309	1A2b, 2C5d
2h. Producción de latón y bronce	Parte III (b)	030326, 040309	1A2b
2i. Producción de magnesio	Parte III (b)	030323	1A2b
2j. Producción de otros metales no ferrosos	Parte III (b)	030326, 040309	1A2b, 2C5e
2k. Trituradoras	Parte III (k)		
2l. Recuperación térmica de cable	Parte III (l)	030307,	1A2b

		030309	
Kit de herramientas del PNUMA Dioxina/Furano	Convenio de Estocolmo Anexo C	SNAP 97	NFR
3. Generación de energía y calor/cocina			
3a. Plantas de energía de combustibles fósiles	Parte III (c)	0101, 0102, 0201, 0202	1A1a, 1A1b, 1A1c, 1A2a, 1A2b, 1A2c, 1A2d, 1A2e, 1A2f, 1A4a, 1A4c, 1A5a
3b. Plantas de energía de biomasa	Parte III (e)	0101, 0102, 0201, 0202,	1A1a, 1A1b, 1A1c, 1A2a, 1A2b, 1A2c, 1A2d, 1A2e, 1A2f, 1A4a, 1A4c, 1A5a
3c. Relleno sanitario, combustión de biogás	Parte III (e)	091006	6D
3d. Calefacción de hogares y cocina (biomasa)	Parte III (c)	020205	1A4b
3e. Calefacción doméstica (combustibles fósiles)	Parte III (c)	020205	1A4b
4. Producción de Productos minerales			
4a. Producción de cemento	Parte III (d)	030311	1A2f
4b. Producción de cal	Parte III (d)	030312	1A2f
4f. Mezcla de asfalto	Parte III (d)	030313	1A2f
4d. Producción de vidrio	Parte III (d)	030314-030318	1A2f
4e. Producción de cerámica	Parte III (d)	030320	1A2f
4c. Producción de ladrillos	Parte III (d)	030319	1A2f
5. Transporte			
5a. 4 – Motores de 4 tiempo	Parte III (h)	0701, 0702, 0703, 0704, 0705	1A3b
5b. 2- Motores de 2 tiempo	Parte III (h)	0704, 0705	1A3b
5c. Motores diésel	Parte III (h)	0701, 0702, 0703, 0801, 0802, 0806, 0808	1A3b, 1A3c, 1A2f, 1A4a, 1A4b, 1A4c, 1A5b,
5d. Motores que funcionan con aceites pesados	Parte III (h)	080402, 080403, 080404, 080304	1A3d, 1A4c, 1A5b

Kit de herramientas del PNUMA Dioxina/Furano	Convenio de Estocolmo Anexo C	SNAP 97	NFR
6. Quema a cielo abierto			
6a. Quema de biomasa: Incendios forestales	Parte III (a)	110301, 110302	11B
Quema de sabana			4E
Quema de residuos agrícolas			4F
6b. Quema de residuos, incendio accidental	Parte III (a)	0907	6D
7. Producción y uso de productos químicos y artículos de consumo			
7a. Celulosa y papel producción	Parte II (c)	040602-04	2D1
7b. Productos químicos inorgánico clorados	Parte III (f)	0405	2B5
7c. Productos químicos alifáticos clorados	Parte III (f)	0405	2B5
7d. Productos químicos aromáticos clorados	Parte III (f)	0405	2B5
7e. Productos químicos clorados y no clorados	Parte III (f)	0405	2B5
7f. Industria petrolera	Parte III (f)	0401	1B2aiv
7g. Producción textil	Parte III (j)	060313	3c
7h. Refinado del cuero	Parte III (j)	060314	3c
8. Otros varios			
8a. Secado de biomasa			
8b. Crematoria	Parte III (g)	090901	6C
8c. Casas de humo (simulacros)			
8d. Limpieza en seco	Parte III (f)	060202	3B2
8e. Tabaquismo			
9. Eliminación			
9a. Relleno sanitarios y vertederos de residuos		090401, 090402	6A
9b. Alcantarillado y tratamiento del alcantarillado		091001, 091002	6B
9c. Vertido al agua abierta		091001	6B
9d. Compostaje		091005	6D
9e. Tratamiento de aceites de desecho	Parte III (m)	091008	6D
Kit de herramientas del PNUMA Dioxina/Furano	Convenio de Estocolmo Artículo 6	SNAP 97	NFR
10. Identificación de puntos calientes potenciales			
10a. Emplazamientos de producción de organoclorados	Para 1 (e)		
10b. Plantas de producción del cloro	Para 1 (e)		

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

10c. Emplazamientos de formulación de fenoles clorados	Para 1 (e)		
10d. Emplazamientos de aplicación de fenoles clorados	Para 1 (e)		
10e. Manufactura de madera y emplazamientos de tratamiento	Para 1 (e)		
10f. Transformadores y capacitores llenos de PCB	Para 1 (e)	060507	2F
10g. Vertido de residuos/residuos de los grupos 1-9	Para 1 (e)	090401, 090402	6A
10h. Emplazamientos de accidentes pertinentes	Para 1 (e)		
10e. Dragado de sedimentos	Para 1 (e)		
10j. Emplazamientos de caolinita o arcilla caolinífera	Para 1 (e)		

Anexo 6 Utilización de unidades en las emisiones atmosféricas

Al momento de informar sobre las concentraciones atmosféricas, se debe tener cuidado en relación a las unidades de base proporcionadas. Se deben aplicar las siguientes definiciones:

M^3	Metro cúbico: es la unidad de volumen del SI y puede utilizarse para expresar el volumen de cualquier sustancia, ya sea sólida, líquida o gaseosa.
Nm^3	Metro cúbico normal: se refiere al volumen de cualquier gas a 0°C y a 1 atm (101.325 kPa). En los países europeos y para las emisiones provenientes de los incineradores de residuos municipales (también llamada co-combustión de residuos): Nm^3 se define de acuerdo a las siguientes condiciones: 101.325 kPa (= 1 atm), 273.15 K, gas seco y 11% oxígeno. Para emisiones provenientes de otro tipo de plantas de combustión/térmicas no existe el requisito de normalización a 11% de oxígeno.
Rm^3 en Canadá:	Metro cúbico de referencia. Al utilizar R las condiciones son 25°C, 1 atm, seco. La necesidad de corrección de oxígeno debería expresarse explícitamente, aunque a veces esto no sucede. Las normas canadienses utilizan la corrección a 11% de oxígeno para los incineradores de pasta de celulosa costera y las calderas de las plantas papeleras que queman residuos impregnados en sal. Para otros sectores, tales como las plantas de toba calcárea, se ha decidido no utilizar corrección de oxígeno.
Sm^3 en EE.UU.:	Es el metro cúbico seco (representado como dscm) en 1 atmósfera de presión y 20 grados Celsius (68 grados Fahrenheit). La concentración de contaminantes se corrige de acuerdo a un porcentaje de oxígeno o dióxido de carbono estándar en los gases de combustión, normalmente 7% de oxígeno y 12% de dióxido de carbono.

Anexo 7 Emisiones Per capita/PBI

El Kit de herramientas ha sido utilizado por muchos países para desarrollar sus inventarios nacionales de emisiones, tal como exigen el Artículo 5 o el Artículo 15 del Convenio. A través de su estructura para comunicación, a saber, las diez Categoría de fuentes y los cinco vectores de emisión, es posible obtener un mejor panorama de la situación global en cuanto a las fuentes de emisiones de PCDD/PCDF. En el año 2011 se evaluaron 68 inventarios nacionales y se correlacionaron las emisiones cuantitativas con la información geográfica, demográfica y específica de cada fuente. Los resultados para las emisiones totales y de acuerdo al vector de emisión se muestran en el cuadro III.7.1; la mayoría de los países han usado los factores de emisión de la 2ª edición del Kit de herramientas(2005).

Cuadro III.7.1 Cuadro sumario de las emisiones de PCDD/PCDF según el vector de emisión (emisiones en g EQT/a)

Emisiones PCDD/PCDF (g EQT <i>por año</i>)				
Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
26.400	1.200	6.000	4.800	19.800
45%	2%	11%	8%	34%
Total absoluto (ca.)		58.500		

Abajo se presentan los 68 países usados en esta valoración (código ISO de 3 dígitos):

ALB, ARG, ARM, AUS, AZE, BLR, BEN, BRN, BFA, BDI, KHM, CHL, CHN, HKG, COL, CIV, HRV, CUB, DJI, ECU, EST, ETH, FJI, GAB, GMB, GHA, GER, IND, IDN, IRN, JOR, KEN, LAO, LBN, LBR, LTU, MKD, MDG, MLI, MUS, MDA, MAR, NPL, NZL, NIC, NIG, NIU, PAN, PRY, PER, PHL, POR, ROU, SAM, SRB, SYC, SVN, LKA, SDN, SYR, TJK, TZA, THA, TGO, TUN, URY, VNM, ZMB (Fiedler y col. 2012).

La población combinada es 3.80 mil millones, y los años de referencia para los inventarios variaron en el curso de diez años, desde 1999 (Filipinas) a 2009 (India). El Cuadro III.7.2 muestra las emisiones en una base *per capita* teniendo en cuenta la emisión estimada para cada vector y los cinco vectores combinados (emisiones totales) para la población del año respectivo.

Cuadro III.7.2 Emisiones de PCDD/PCDF *per capita* y año para cada vector de emisión y total (µg EQT por persona por año)

	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo	Total
Media	21	4,6	3,4	1,1	10	40
Mediana	11	0,05	0,36	0,11	5,6	24
Mínimo	0,20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,88
Máximo	181	176	65	16	77	259
Conteo	68	68	68	68	68	68

El diagrama se muestra en la Figura III.7.1.

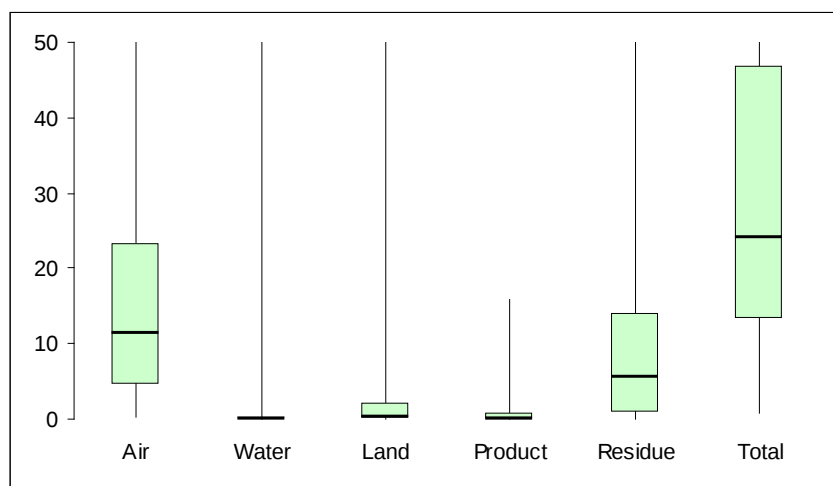


Figura III.7.1 Esquema gráfico para las emisiones de PCDD/PCDF por personas y por año (µg EQT por persona por año)

La ponderación de los grupos de fuentes se muestra en la Figura III.7.2. Se puede ver que los grupos de fuentes más importantes en los 67 inventarios son los siguientes:

1. SG6 (Quema a cielo abierto de biomasa y residuos) = 49%
2. SG1 (incineración de residuos) = 14%
3. SG3 (conversion de energía) = 10%
4. SG2 (producción de metales) = 9%

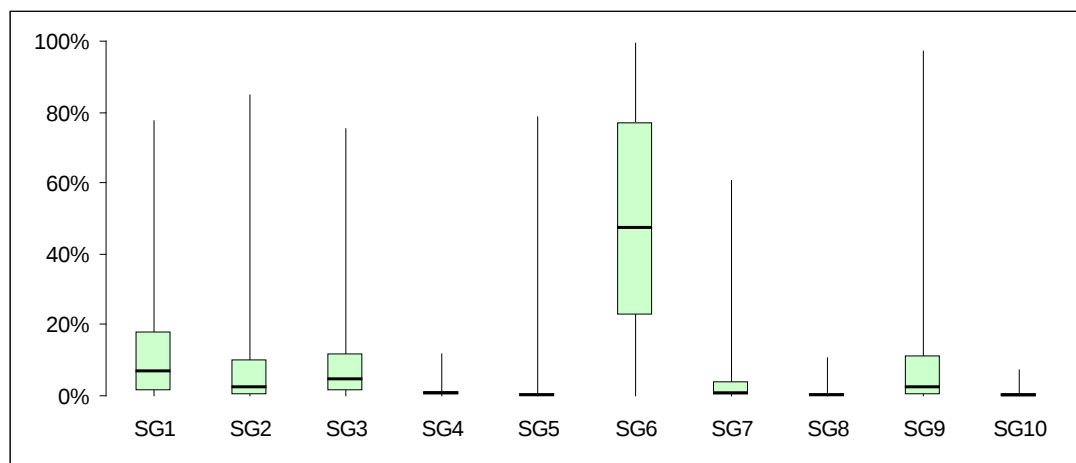


Figura III.7.2 Evaluación estadística de la importancia de los grupos de fuentes (n=67)

Las dos figuras que siguen presentan los vertidos totales anuales por país (Figura III.7.3) y los vertidos anuales al aire por país (Figura III.7.4). La contribución de cada uno de ellos de los diez grupos de fuentes a los vertidos totales anuales se muestra en las Figuras III.7.5 y III.7.6.

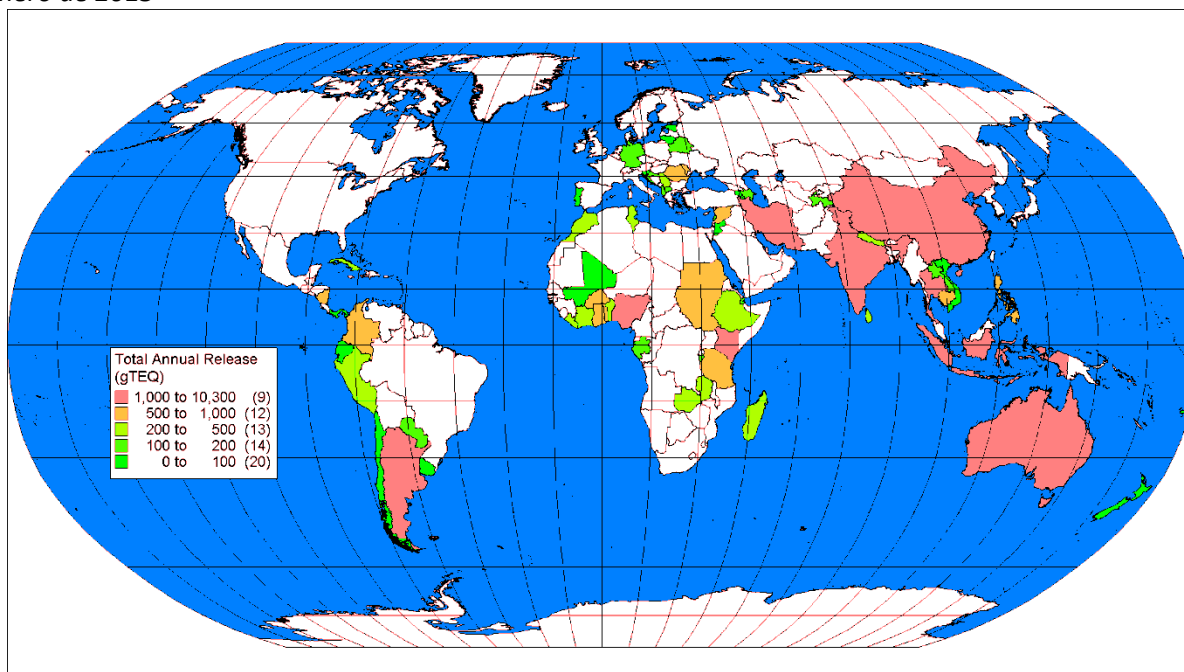


Figura III.7.3 Vertido anual total por país (g EQT/a)

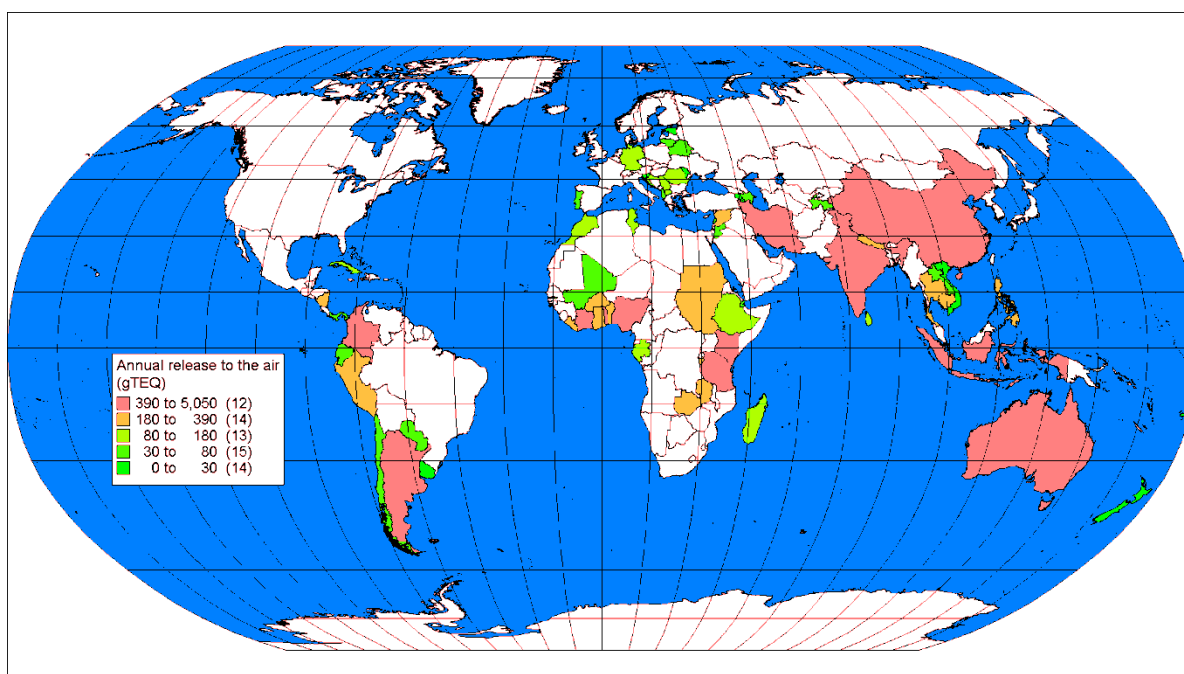


Figura III.7.4 Vertido total anual a la atmósfera por país (g EQT/a)

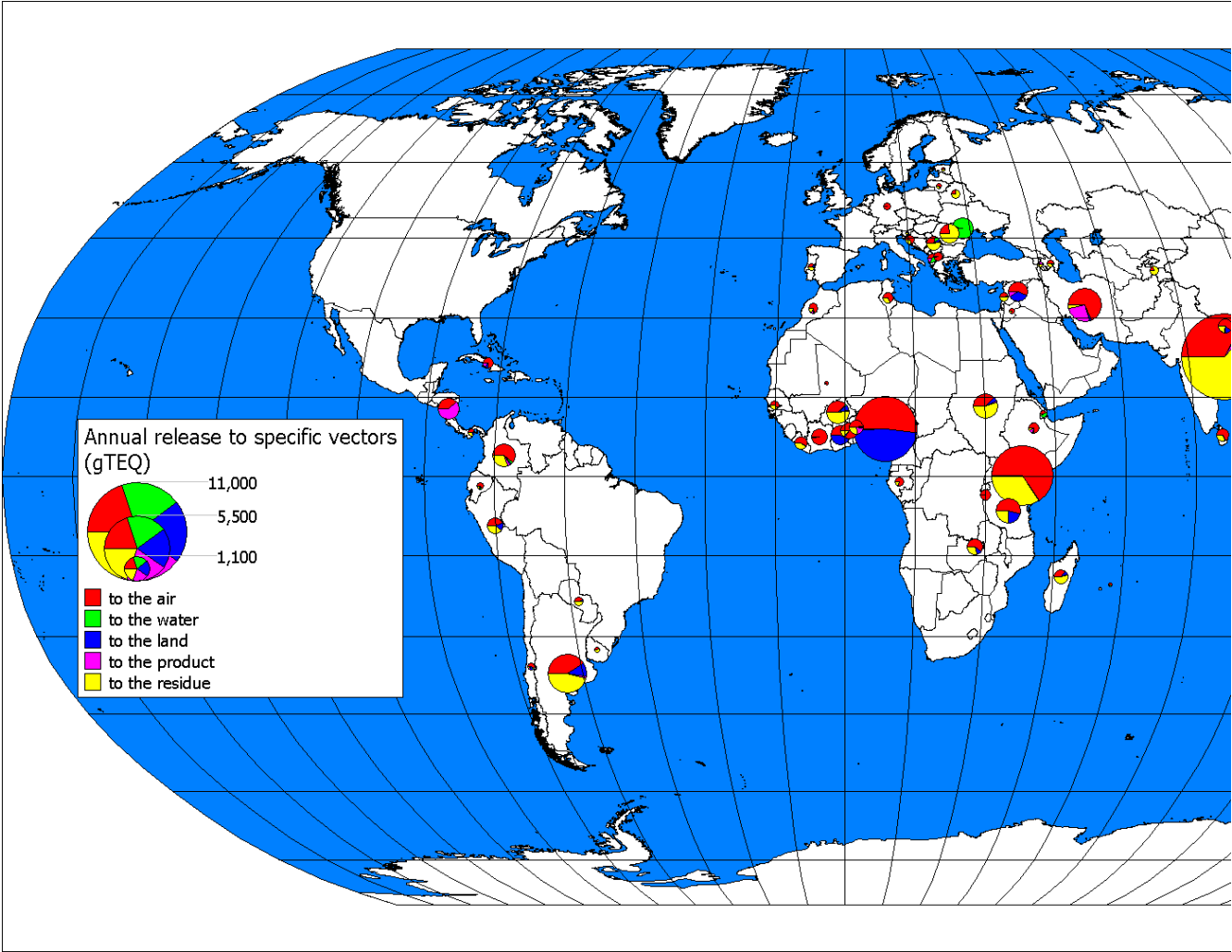


Figura III.7.5 Vertido total anual por país y vector (g EQT/a)

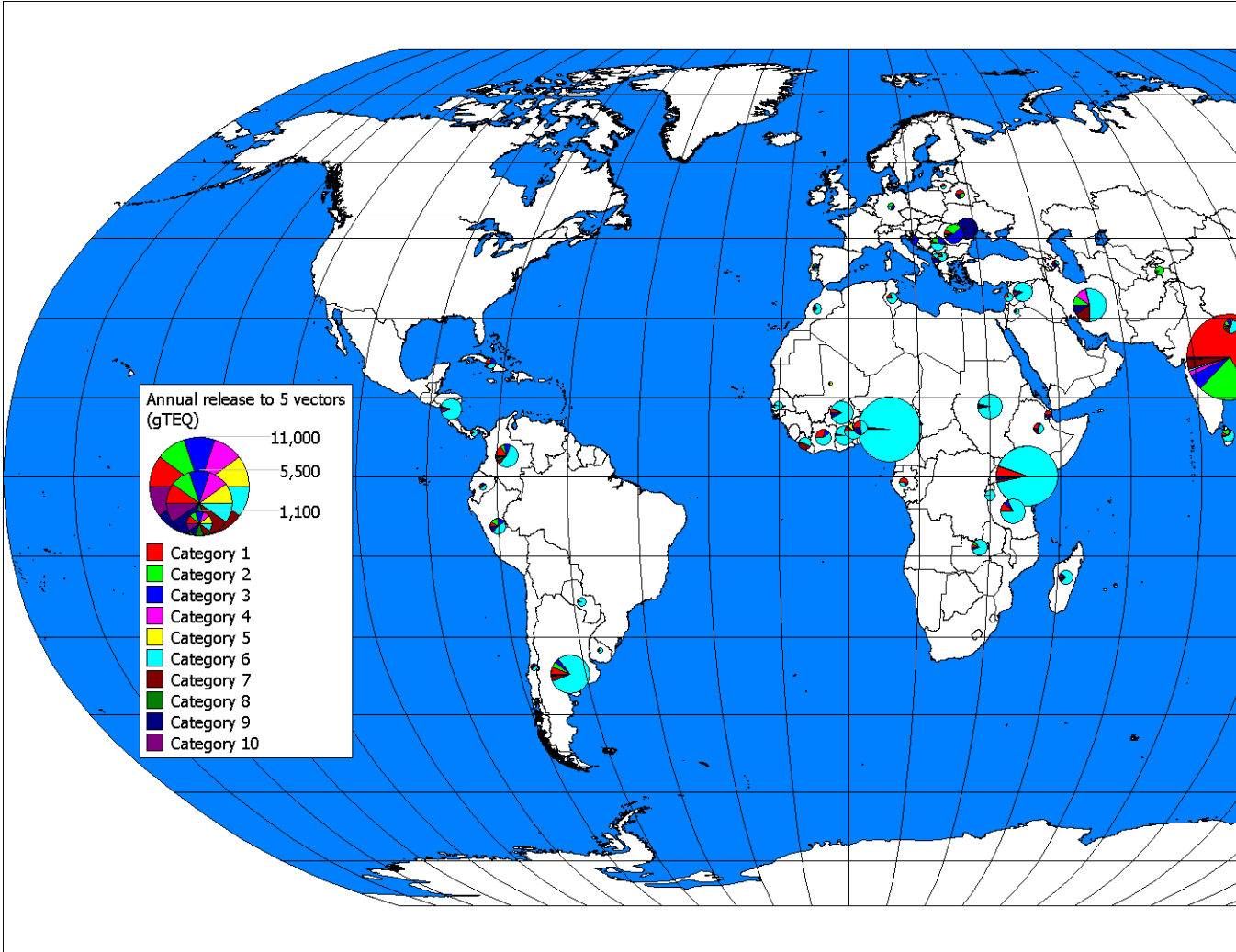


Figura III.7.6 Vertido total anual por país y grupo de fuentes (g EQT/a)

Enero de 2013

Los vertidos anuales según la población para el total de emisiones se muestran en la Figura III.7.7 y a la atmósfera en la Figura III.7.8.

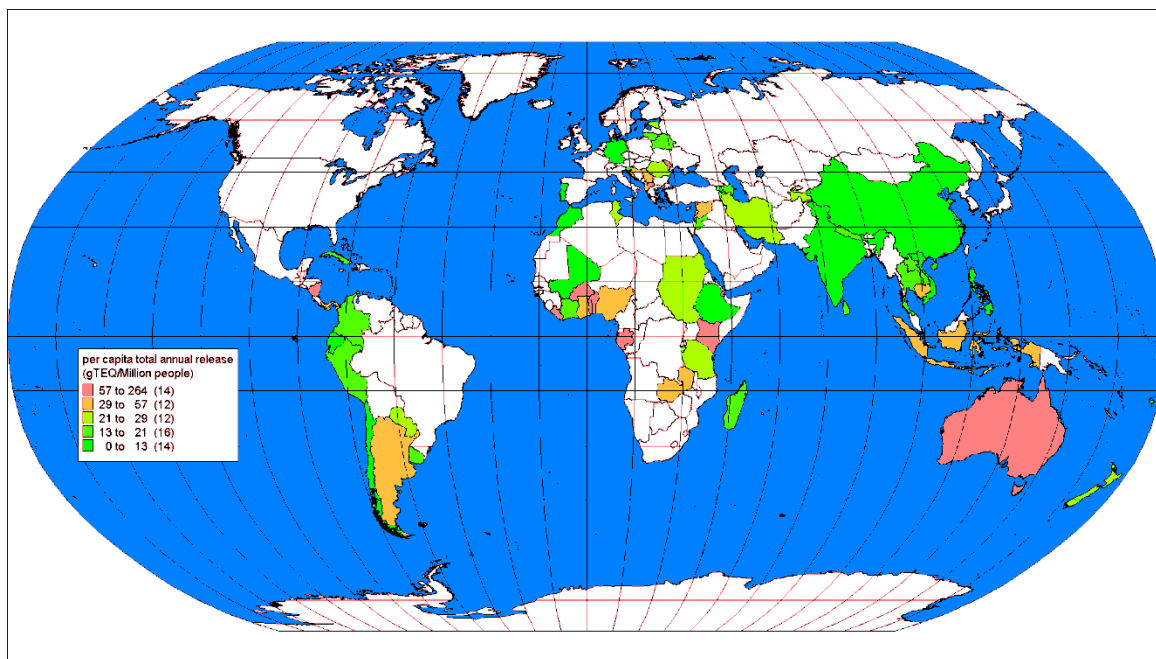


Figura III.7.7 Vertido total anual per capita (μg EQT/a)

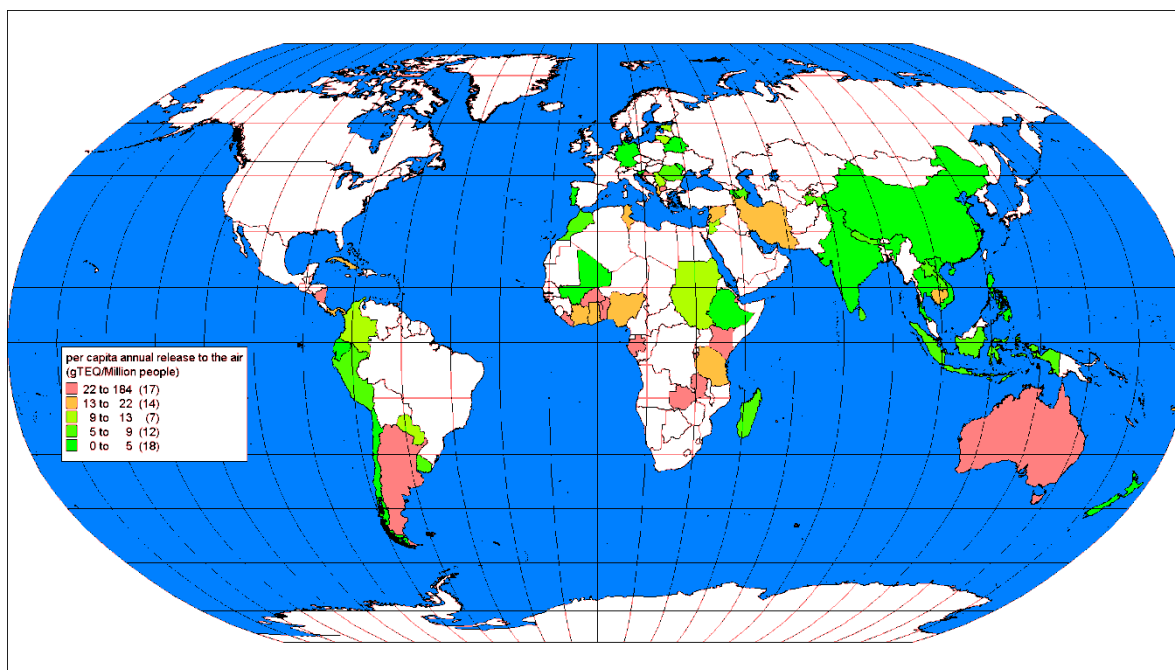


Figura III.7.8 Vertido total anual per capita a la atmósfera (μg EQT/a)

Enero de 2013

Finalmente, en la Figura III.7.9 se muestran las emisiones por área de unidad (km^2) y de acuerdo al producto bruto interno *per capita* Figura III.7.10.

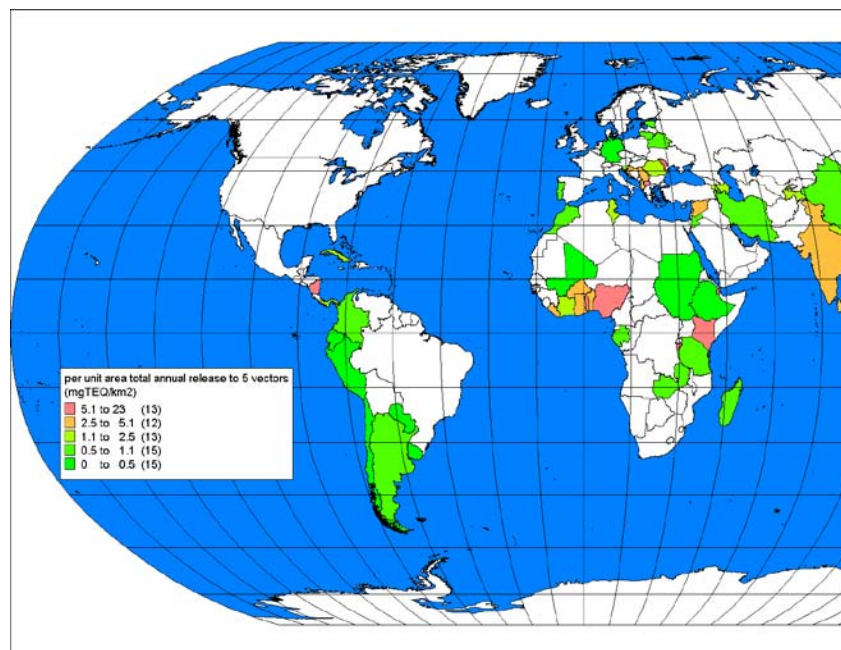


Figura III.7.9 Vertido total anual por kilómetro cuadrado (μg EQT/ km^2)

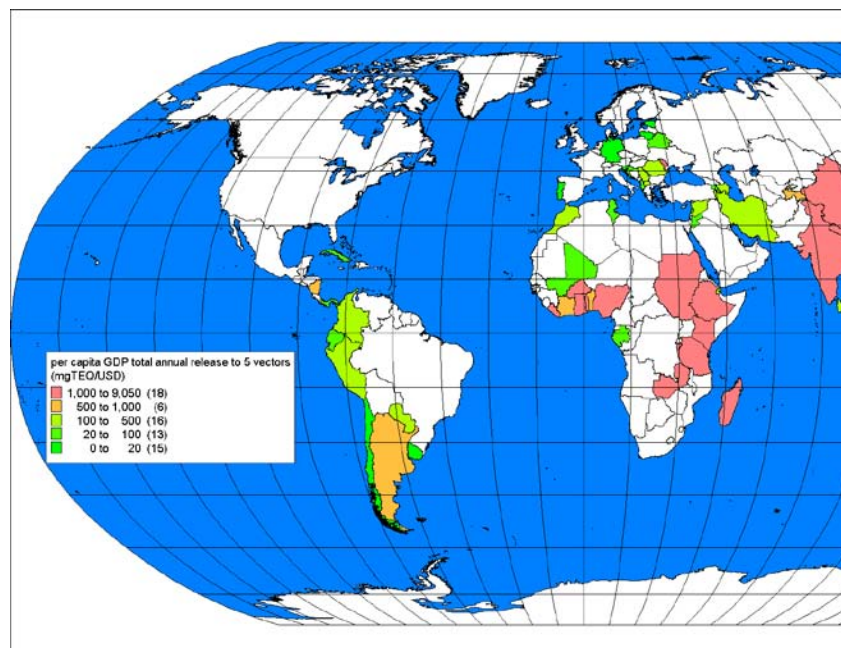


Figura III.7.10 Vertidos anuales totales de acuerdo al PBI per capita (mg EQT/ USD persona)

Anexo 8 Calidad de los datos

Debido a que existe cierto grado de incertidumbre en todos los datos, la compilación de inventarios siempre implica incertidumbre. Habrá incertidumbre asociada con los datos para ambas tasas de actividad (p.ej.: confiabilidad de las fuentes de información y procedimiento para la recopilación de datos) así como también con respecto a los factores de emisión (p.ej.: calidad de los datos de medición). Esto no representa un problema ya que el objetivo de los inventarios es evaluar la situación nacional por medio de la identificación de fuentes y estimación de la liberación de ciertos contaminantes, establecimiento de prioridades, desarrollo de un plan de acción para minimizar dicha liberación y la evaluación del progreso alcanzado según las tendencias observadas a lo largo del tiempo. Se podrá lograr dicho objetivo si se aplica la misma metodología de manera uniforme al momento de volver a evaluar la situación del país en cuanto a las emisiones de PCDD/PCDF.

Las siguientes fuentes de incertidumbre podrán ser consideradas al momento de desarrollar un inventario nacional de PCDD/PCDF:

Factores de emisión por defecto: para evaluar la calidad de los factores de emisión se deben responder dos preguntas:

- ¿Cuál es el grado de confiabilidad de los datos utilizados para obtener el factor de emisión? y
- ¿Cuán bien representa el factor de emisión a la fuente de emisión bajo diferentes circunstancias nacionales? es decir, ¿puede este ser utilizado de manera efectiva como un factor de emisión medio global para una actividad fuente específica?

Los expertos del Kit de herramientas tendrán como cometido la evaluación de la calidad de los factores de emisión incluidos o a ser incluidos en el mismo, debiendo asegurar únicamente la inclusión en el Kit de herramientas de datos fiables desde el punto de vista científico. Los expertos asignarán una calificación de valoración de la calidad de los datos a todos los factores de emisión publicados en el Kit de herramientas.

Clasificación de las fuentes: Existe incertidumbre en la clasificación de las fuentes y, por consiguiente, se deberá hacer una selección apropiada de los factores de emisión del Kit de herramientas para el desarrollo del inventario nacional.

Tasas de actividad: Existe incertidumbre en la generación de datos de actividad para la compilación del inventario.

El nivel total de incertidumbre en el inventario completo será una combinación de los tres elementos antes mencionados.

El documento más completo disponible al momento para ser utilizado como guía es el informe de orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Sin embargo, este documento fue diseñado con un fin diferente y no es apropiado para el desarrollo de inventarios de emisiones de PCDD/PCDF bajo el Convenio de Estocolmo.

Para la elaboración de inventarios de emisiones bajo el Convenio de Estocolmo se recomienda un abordaje simple utilizando una calificación de la calidad de los datos cualitativos. La calificación de un factor de emisión es una indicación general de la fiabilidad, o solidez, de dicho factor. Esta calificación se otorga según la fiabilidad estimada de los experimentos utilizados para obtener el factor, así como también según la cantidad y las características representativas de dichos datos. Este abordaje puede ser utilizado para evaluar la confianza subyacente del autor del inventario en los datos utilizados para generar los estimados de emisión. Este será más apropiado para los abordajes de estimación que se basan en factores de emisión y estimados de tasas de actividad. En todos los casos se otorgarán calificaciones de calidad mayores a los abordajes más directos basados en datos de medición.

Los siguientes criterios serán utilizados para llevar a cabo una categorización por calidad de los factores de emisión del Kit de herramientas:

- Los Datos/información utilizados para obtener los factores de emisión fueron evaluados según un proceso formal de revisión por expertos. Las publicaciones/informes revisados por el grupo de expertos del Kit de herramientas serán asimismo considerados como revisados por expertos.
- Rango de datos: Una alta variabilidad de los datos disponibles podría conllevar al uso de factores de emisión promedio que no reflejen cabalmente ciertas circunstancias operacionales. La utilización de un amplio rango de datos para obtener un factor de emisión reduciría entonces la confianza en la utilización del factor de emisión correspondiente para una situación concreta.
- Cobertura geográfica: Los datos experimentales de baja variabilidad que hayan sido obtenidos en varios lugares alrededor del mundo serán los que permitan una mayor confiabilidad para la utilización del factor de emisión correspondiente en diferentes circunstancias nacionales.
- Necesidad de extrapolación: La necesidad de extrapolación/juicio de expertos para solucionar los vacíos de datos existentes reduce la confianza en los factores de emisión derivados de ciertas suposiciones, p.ej.: basado en información de clases similares.
- Estabilidad del proceso: Una alta estabilidad del proceso generador de PCDD/PCDF generalmente aumenta la confianza en los resultados experimentales utilizados para obtener los factores de emisión. Al mismo tiempo, cabe señalar que aun con un proceso estable se puede obtener una alta variabilidad en los datos de emisión. Se le asignarán niveles altos de confianza a aquellos factores de emisión derivados de datos que cuenten con una variabilidad claramente definida.

Tomando en cuenta los criterios antes mencionados, se asignará a cada factor de emisión una calificación según la calidad de datos a de acuerdo con las siguientes definiciones.

Calificación de los factores de emisión

Calificador/Nivel de confianza	Criterio
Alto	Revisión por expertos Rango reducido de datos

	Amplia cobertura geográfica Las suposiciones/juicios de expertos no son necesarios Alta estabilidad del proceso
Medio	Cualquier combinación de criterios altos y bajos
Bajo	No hubo revisión por expertos Amplio rango de datos Cobertura geográfica limitada Es necesaria la extrapolación, p.ej.: FE derivado de una clase similar Baja estabilidad del proceso

Los estudios utilizados para obtener los factores de emisión del Kit de herramientas se encontrarán disponibles para los usuarios siempre que sea posible, de modo de asegurar que los factores de emisión sean aplicados con el nivel de confianza especificado únicamente cuando se ajusten a una cierta situación. En los casos en los que se utilice el criterio de los expertos para obtener los factores de emisión, se brindará información detallada del proceso de extrapolación, así como también una justificación de las suposiciones realizadas.

Tanto los datos de actividad como los de producción podrán ser calificados de manera similar, teniendo en cuenta la fiabilidad de las fuentes de datos, de los procesos de recolección de datos, y la cantidad de puntos de datos (p.ej.: cuestionarios), entre otros. De acuerdo con estos criterios, los datos de actividad obtenidos de estadísticas nacionales, u obtenidos de cuestionarios con un alto índice de respuesta, podrán ser utilizados con un alto grado de confianza. Los datos de actividad obtenidos a partir de suposiciones en cuanto a ciertas fuentes (especialmente en lo referido a las tecnologías disponibles), debido a la imposibilidad de recopilar información específica, serán calificados con un bajo nivel de confianza.

Debido al proceso de revisión iterativo del Kit de herramientas, los factores de emisión son verificados, actualizados y complementados de forma periódica, mediante proyectos e investigación específicos. Asimismo, debido a que el Kit de herramientas se enfoca exclusivamente en COP no intencionales, este puede considerarse como una recopilación integral de factores de emisión de la liberación de COP al aire, agua, suelo, productos y residuos.

Ejemplo de Inventario 1 Actualización y Corrección de un Inventario

1. Ejemplo de actualización y corrección de un inventario debido a cambios ocurridos en los factores de emisión

Este ejemplo ilustra la actualización y corrección de un inventario para una única clase de fuente de emisiones, la quema de residuos domésticos a cielo abierto, ocasionadas por la corrección del factor de emisión comprendido en la metodología del Kit de Herramientas.

Consideremos un inventario hipotético correspondiente al país X. El inventario de referencia se desarrolló en el 2005, se basó en la información correspondiente al año de referencia 2003 y se utilizó la metodología del Kit de Herramientas de 2005. El inventario de referencia estima que en el 2003 se incineraron alrededor de 60.000 toneladas de residuos domésticos provenientes de áreas urbanas y rurales. Las emisiones totales anuales del año de referencia se calcularon utilizando la metodología del Kit de Herramientas de 2005 y aplicando un factor de emisión atmosférico que contenga 300 µg EQT/t de material quemado. Se estima que las emisiones atmosféricas de referencia provenientes de la quema de residuos domésticos ascienden a 18 g EQT/año.

Cantidad de PCDD/PCDF de referencia emanada a la atmósfera en el 2003 (g EQT/año)=

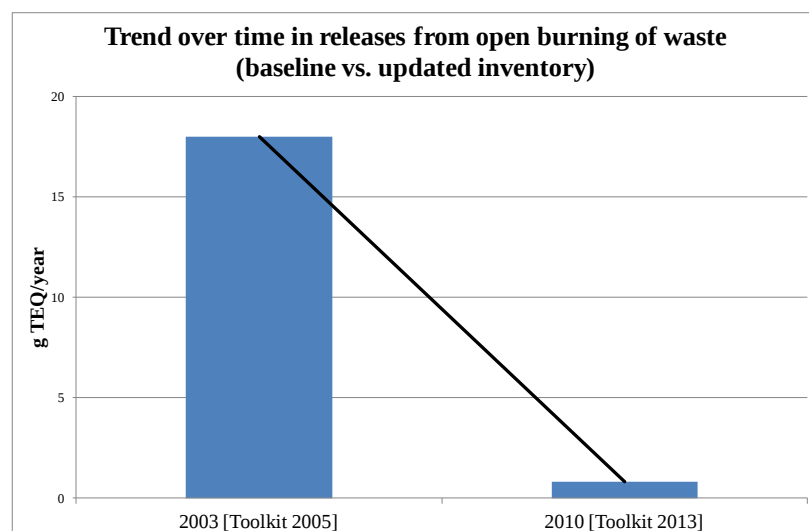
$$\text{Cantidad de desechos quemados} \times FE_{\text{Atmósfera}} = \\ 60.000 \text{ t/a} \times 300 \text{ µg EQT/t} = 18 \text{ g EQT/año}$$

El País X implementa medidas a efectos de reducir las emisiones provenientes de la quema a cielo abierto como parte del plan de acción comprendido en el Plan Nacional de Aplicación e inicia una actualización del inventario PCDD/PCDF con el fin de evaluar el éxito de las medidas y generar un informe de las mismas como parte del informe nacional comprendido en Artículo 15.

El inventario actualizado se desarrolló en el 2013 de acuerdo a información recogida para el año de referencia 2010 y a la metodología del Kit de Herramientas revisada en el 2013. Las tasas de actividad para esta fuente de emisiones correspondientes al año 2010 se evaluaron en alrededor de 20.000 toneladas de residuos domésticos quemados anualmente. El factor de emisión correspondiente se corrigió desde el momento de la creación del primer inventario y es mucho menor que el que se utiliza para el inventario de referencia: actualmente el $FE_{\text{Atmósfera}}$ es 40 µg EQT/t de material incinerado. Las emisiones anuales totales se calculan utilizando la metodología del Kit de Herramientas de 2013 como se muestra a continuación:

Cantidad actualizada de PCDD/PCDF emanados a la atmósfera en el 2010 (g EQT/año)=

$$\text{Cantidad de residuos quemados} \times FE_{\text{Atmósfera}} = 20.000 \text{ t/a} \\ \times 40 \text{ µg EQT/t} = 0,8 \text{ g EQT/año}$$



La cantidad total de emisiones atmosféricas provenientes de la quema a cielo abierto de residuos domésticos correspondientes al año 2010 se estimó en 0,8 g EQT/año. Esto se traduce en una reducción significativa de las emisiones atmosféricas provenientes de esta clase de origen del 2003 al 2010 (una

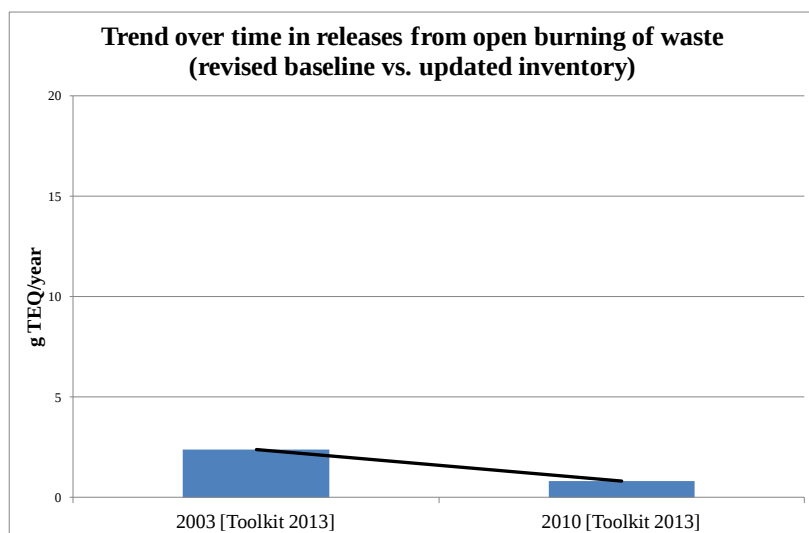
Enero de 2013

reducción del -95%), como se ilustra a continuación:

Esta evaluación no es correcta en el sentido de que no considera el hecho de que junto con la disminución del nivel de actividad del 2003 al 2010; también el factor de emisión ha sido corregido a la baja. Debido a que la base para el cálculo no es la misma en el inventario revisado que en el de referencia, las estimaciones no son coherentes y el inventario inicial deberá ser reevaluado para permitir que puedan calcularse las tendencias correctas con el tiempo.

La estimación de referencia corregida será el producto de los niveles de actividad de referencia que se evaluaron para el año 2003 (60.000 toneladas de residuos domésticos incinerados por año) y los factores de emisión revisados tomados de la metodología del Kit de Herramientas de 2013 utilizada en el inventario actualizado: 40 µg EQT/t para emisiones atmosférica. Los niveles de emisiones de referencia corregidos son, por lo tanto, 2.4 g EQT/a.

Cantidad corregida de PCDD/PCDF emanados a la atmósfera en el 2003 (g EQT/año) = Cantidad de residuos quemados x EF_{Atmósfera} 60.000 t/a x 40 µg EQT/t = 2.4g EQT/año



La corrección del inventario de referencia permitió que el país X evaluara la tendencia correcta en el tiempo y permitió comprobar que había un descenso en las emisiones del 2003 al 2010, si bien éste solamente ascendía al 66%.

2. Ejemplo de actualización y corrección de inventario debido a una clase de fuente adicional

Consideremos ahora otra categoría de fuente en este inventario hipotético, en el cual la corrección del inventario de referencia se deba a una clase adicional incluida en la metodología del Kit de Herramientas corregida.

El inventario inicial de referencia se realizó en el 2005 de acuerdo a información correspondiente al año 2003 y utilizando la metodología del Kit de Herramientas de 2005. En el 2003 el país X estimó que se quemaban alrededor de 4.000.000 toneladas de residuos agrícolas en malas condiciones. Se aplica un factor de emisión atmosférico de 30 µg EQT/t de acuerdo a la metodología del Kit de Herramientas de 2005 y las emisiones atmosféricas totales provenientes de esta clase de fuente se estiman en 120 g EQT/año.

Emisiones de referencia provenientes de residuos agrícolas quemados en 2003 (g EQT/año) =

Cantidad de material quemado x EF_{Atmósfera}
4.000.000 t/a x 30 µg EQT/t = 120 g EQT/año

Enero de 2013

En el 2013 el país X actualizó el inventario de acuerdo a la información del 2010 utilizando la versión corregida del Kit de Herramientas. El factor de emisión correspondiente a residuos agrícolas quemados en malas condiciones es el mismo que el registrado con la metodología 2005: 30 µg EQT/t. El inventario actualizado evalúa la tasa de actividad como 2.000.000 t de material quemado anualmente. Además, el autor del inventario descubre que se ha agregado una nueva clase a la categoría fuente, la cual tiene más relevancia en el país, debido a que se trata de la quema de caña de azúcar. El nuevo factor de emisión para la quema de caña de azúcar que se ha incluido en la metodología del 2013 es de 4 µg EQT/t, mientras que la tasa de actividad correspondiente a esta clase de fuente se estima en 2.000.000 de toneladas de residuos quemados anualmente. La emisión estimada se ha calculado como se muestra a continuación, multiplicando la tasa de actividad por los factores de emisión respectivos:

Emissiones actualizadas provenientes de la quema de residuos agrícolas en el 2010 (g EQT/año)=

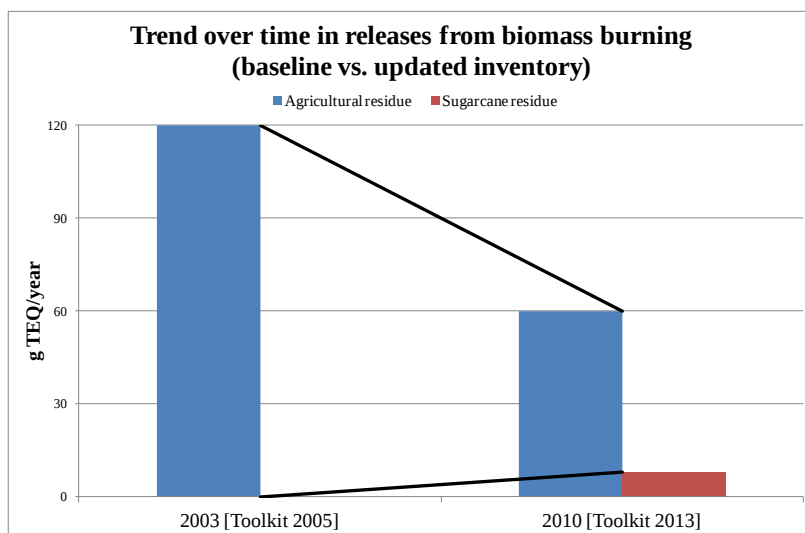
Cantidad de material quemado x EF_{Atmósfera}=

2.000.000 t/a x 30 µg EQT/t= 60 g EQT/año

Emissiones actualizadas provenientes de la quema de caña de azúcar en 2010 (g EQT/año)=

Cantidad de material quemado x EF_{Atmósfera}=

2.000.000 t/a x 4 µg EQT/t= 8 g EQT/año



Luego de la actualización del inventario la conclusión inmediata sería una reducción del 50% de las emisiones atmosféricas provenientes de la quema de residuos agrícolas y un aumento significativo de 0 a 8 g EQT en las emisiones atmosféricas provenientes de la quema de caña de azúcar.

Esta conclusión es equivocada, debido a que la nueva clase debe evaluarse en forma separada en el inventario de referencia, al igual que en el inventario actualizado.

Al momento de desarrollar el

inventario de referencia los factores de emisión no fueron desarrollados específicamente y no eran capaces de evaluar las emisiones de quema proveniente de la caña de azúcar y esta clase de fuente tuvo que evaluarse conjuntamente con otros tipos de residuos agrícolas. Es necesario volver al inventario anterior y revisar los cálculos allí realizados para incluirlos en esta nueva clase. Solamente luego de realizada esta revisión se podrá realizar la comparación entre la situación del 2003 y la del 2010.

En el inventario de referencia corregido, las tasas de actividad correspondientes a las dos clases de fuentes (quema de residuos agrícolas y quema de caña de azúcar) deberán ser estimadas en retrospectiva para el año de referencia. En el 2003, de las 4.000.000 t de residuos agrícolas quemados originalmente estimadas, solamente 3.000.000 t correspondían realmente a esta clase de fuente; las restantes 1.000.000 toneladas eran de hecho residuos de caña de azúcar quemados a cielo abierto. Por lo tanto, en el año de referencia, las emisiones provenientes de la quema de residuos agrícolas fueron

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

de 90 g EQT/a, mientras que las emisiones provenientes de la quema de caña de azúcar fueron de 4 g por año.

Emisiones actualizadas provenientes de la quema residuos agrícolas en 2003 (g EQT/año)=

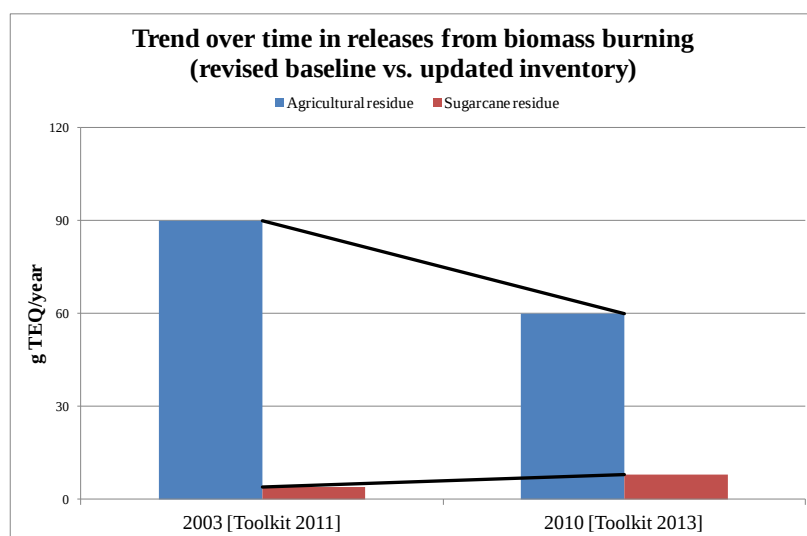
Cantidad de material quemado x EF_{Aire}=

3.000.000 t/a x 30 µg EQT/t= 90 g EQT/año

Emisiones actualizadas provenientes de la quema de caña de azúcar en 2003 (g EQT/año)=

Cantidad de material quemado x EF_{Aire}=

1.000.000 t/a x 4 µg EQT/t= 4 g EQT/año



La corrección del inventario de referencia muestra que la reducción real en las emisiones atmosféricas provenientes de la quema de residuos agrícolas es solamente del 33%, mientras que el aumento en las emisiones provenientes de la quema de caña de azúcar es solamente de 4 g EQT:

3. Ejemplo de la actualización y corrección del inventario a causa de una fuente faltante

Este ejemplo ilustra una situación diferente, donde la corrección del inventario de referencia no se da a causa de cambios en la metodología sino más bien a que hay mejor información disponible en el país durante el proceso de actualización del inventario.

Tomaremos el ejemplo de otro grupo fuente: la incineración de residuos.

El inventario de referencia del país X menciona que la incineración de carcasas de animales raramente se aplica y que no existe información disponible en el país para esta clase de fuente. Se considera, entonces, que las emisiones provenientes de esta categoría de fuente son descartables para el año 2003.

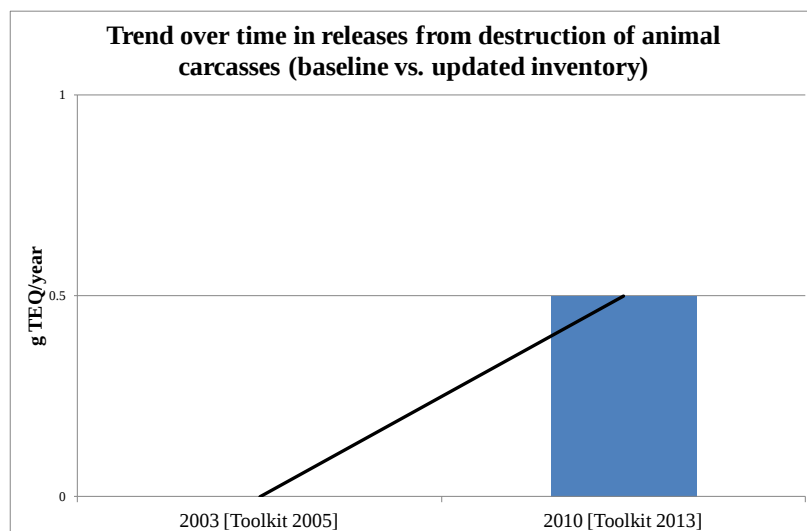
Con la actualización del inventario en el 2013, el país X descubre que existe una planta especializada en la destrucción térmica de carcasas de animales. La tasa de actividad correspondiente al 2010 (año de referencia en el inventario actualizado) se estima en la destrucción de 1.000 t de carcasas. El factor de emisión aplicado es de 500 µg EQT/t, correspondiente a plantas obsoletas sin sistemas de control de contaminación atmosférica. Las emisiones atmosféricas totales provenientes de esta categoría de fuente ascienden a 0,5 g EQT/año.

Enero de 2013

Cantidad actualizada de PCDD/PCDF emanados a la atmósfera en el 2010 (g EQT/año)=

$$\text{Cantidad de carcasas} \times EF_{\text{Atmósfera}} = 1.000 \text{ t/a} \times 500 \mu\text{g EQT/t} =$$

0,5g EQT/año



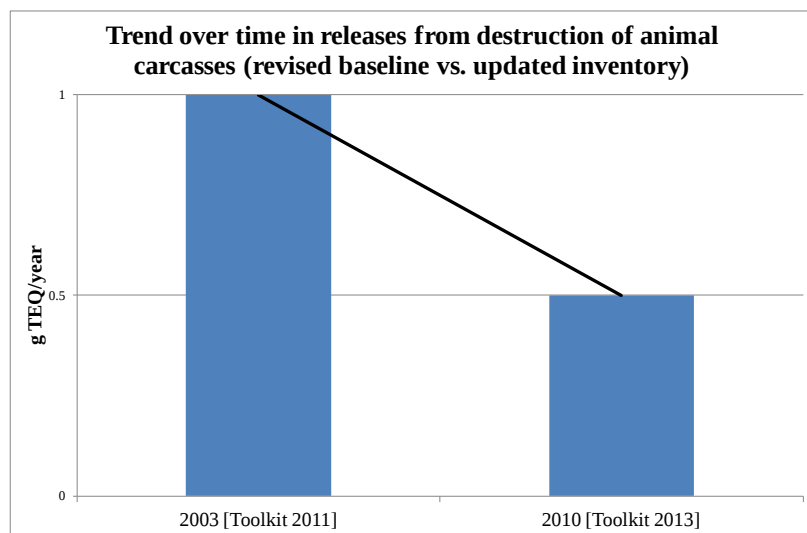
Esto significaría que hubo un aumento en las emisiones provenientes de esta fuente entre el 2003 y el 2010.

Sin embargo, la planta también funcionó durante el año de referencia, liberando dioxinas y furanos al medio ambiente. Por lo tanto, es necesario realizar una corrección del inventario de referencia a efectos de asegurar tendencias coherentes a lo largo del tiempo. El inventario de

referencia corregido estima que la tasa de actividad de esta planta en el 2003 era de 2.000 t de carcasas destruidas, el doble de la cantidad correspondiente al 2010. El nivel de emisión correspondiente es de 1 g EQT/a.

Cantidad de emanaciones atmosféricas de PCDD/PCDF corregidas en 2003 (g EQT/año)=

$$\text{Cantidad de carcasas} \times EF_{\text{Atmósfera}} = 2.000 \text{ t/a} \times 500 \mu\text{g EQT/t} = 1 \text{ g EQT/año}$$



La corrección del inventario permitió que el país X experimentara un descenso real en las emisiones provenientes de esta categoría. Si la corrección no se hubiera realizado, la conclusión sería, por el contrario, un aumento en las emisiones.

Ejemplo Inventario 2 Grupo Fuente 1 Incineración de Residuos

I. Ejemplo de inventario de referencia utilizando estadísticas nacionales de combustión de residuos como principal fuente de datos de actividad

Este ejemplo ilustra el proceso de inventario en el caso en que los datos de la actividad se obtengan fundamentalmente a través de estadísticas nacionales de combustión de residuos (los cuestionarios se diseñan en parte para obtener información detallada sobre la tecnología de incineración utilizada). El ejemplo brinda información solamente sobre el proceso de inventario de referencia y se concentra mayormente en brindar pautas útiles sobre las tasas de actividad estimadas.

El país X prepara su primer inventario de dioxinas y furanos en el 2006 a efectos de apoyar el desarrollo de un plan de acción de conformidad con el Artículo 5 de la Convención. Los datos de actividad para las diferentes fuentes de PCDD/PCDF correspondieron el año de referencia 2004 (año de referencia). El inventario se desarrolló utilizando la metodología del Kit de Herramientas de 2005 y los factores de emisión especificados en esa versión del Kit de Herramientas. Los datos de actividad se obtuvieron de estadísticas nacionales de incineración de residuos.

De acuerdo a las estadísticas de residuos, en el año 2004 se incineraron 350.000 toneladas de residuos de más de 50 tipos. Los volúmenes mayores incinerados correspondieron a residuos domésticos comunales, residuos de madera sin contaminación (residuos de madera limpios), residuos de madera contaminada, lodo petroquímico, residuos provenientes de la producción de pintura, aceites de residuos de petróleo, cubiertas viejas, residuos provenientes de la producción de aglomerado, residuos provenientes de la producción de resinas, durmientes viejos impregnados con cresol, trapos contaminados con aceites, viejos contenedores de plaguicidas, papel y cartón contaminados, bebidas alcohólicas líquidas, aguas de lavado provenientes de la producción industrial, almacenamiento de productos provenientes del petróleo y residuos hospitalarios.

Para la cuantificación de emisiones de PCDD/PCDF se agregaron estas principales categorías de residuos de combustión a diferentes categorías, de acuerdo a la clasificación del Kit de Herramientas.

Se comprobó que 60.000 toneladas de residuos correspondían a Residuos sólidos municipales, 50.000 toneladas a Residuos peligrosos, 5.000 toneladas a Residuos médicos y 70.000 toneladas a Madera de descarte y biomasa de descarte. No se registró incineración de compost, residuos pequeños provenientes de trituradoras de papel o carcasas de animales.

Entre estos tipos de residuos, 10.000 toneladas de cubiertas viejas fueron quemadas en hornos de cemento; las emisiones de PCDD/PCDF provenientes de esta categoría se registraron en el Grupo 4: Productos Minerales - 100.000 toneladas de residuos de madera limpios y 40.000 toneladas de residuos de biomasa se incineraron en calderas para la producción de energía y calor y se registraron en el Grupo 3; 15.000 toneladas de residuos no pudieron incluirse en ninguna categoría y las emisiones de PCDD/PCDF provenientes de su incineración no se registraron.

Además, no se pudieron obtener datos estadísticos sobre residuos quemados en hogares de particulares. Se realizó una evaluación técnica de la cantidad total de tales residuos utilizados como fuente de energía a nivel residencial y quemados en hogares particulares, y sus emisiones se registraron en el Grupo Fuente 3.

La Agencia de Protección Ambiental notifica que existen diez plantas de incineración de residuos en el país, las cuales mayormente queman residuos municipales (o similares) y dos plantas que incineran

Enero de 2013

residuos médicos. No se pudieron encontrar datos estadísticos sobre la distribución de los residuos de acuerdo a la tecnología de combustión y nivel de reducción. Para obtener tales datos detallados se enviaron cuestionarios a las principales plantas de incineración de residuos, a los servicios comunales y a las empresas que producen la mayor cantidad de residuos.

Se encontró que la mayor parte de los residuos industriales y parte de los residuos médicos se incineran in situ; por parte de la planta/hospital que genera tales residuos. En cuanto a los residuos municipales, estos se incineran en plantas especiales.

Al analizar los cuestionarios se encontró que las prácticas de incineración de residuos incluyen simples tipos de hornos de incineración, mayormente de tipo „lote“. Por lo tanto, se concluyó que la mayor parte de las instalaciones de combustión de residuos está equipada con dispositivos simples de reducción volumétrica de residuos (con postquemadores, ciclones, depuradores de una etapa), los cuales corresponden a la Clase 2 del Kit de Herramientas. Solamente una pequeña parte de las plantas de incineración están equipadas con sistemas de reducción en 2 etapas, incluyendo filtros de bolsas; estos corresponden a la Clase 3 del Kit de Herramientas. Finalmente, algunas plantas no cuentan con ningún tipo de mecanismo de reducción (Clase 1).

No existe ninguna gestión de residuos provenientes de la quema de residuos y de la ceniza volante: éstas se recogen, vierten y entierran conjuntamente con otros residuos municipales e industriales.

De acuerdo con estos datos, los estimados de referencia de las emisiones de PCDD/PCDF correspondientes a este grupo de fuente ascienden a:

- Emisiones atmosféricas: 54.9 g/EQT,
- Emisiones a residuos: 58.6 g/EQT

II. Actualización y corrección de un ejemplo general de inventario de referencia

Introducción

El objetivo de este caso de estudio es ilustrar el proceso de desarrollo, actualización y corrección del inventario, incluyendo los varios factores que lo causan y que influyen en este proceso. Consideraremos un ejemplo hipotético de un inventario del país X y describiremos el proceso, actualización y corrección del inventario de referencia, concentrándonos en un único grupo fuente: la Incineración de Residuos.

Inventario inicial de referencia

El país X prepara su primer inventario de referencia de dioxinas y furanos en el 2006 a efectos de apoyar el desarrollo de un plan de acción de acuerdo al Artículo 5 de la Convención e incluido en el Plan Nacional de Aplicación relativo al Artículo 7. Los datos de actividad para las diferentes fuentes de dioxinas y furanos en el país X se recogen de acuerdo al año de referencia 2004 (año de referencia). El inventario se desarrolla aplicando la metodología del Kit de Herramientas de 2005 y los factores de emisión especificados en esa versión del Kit de Herramientas.

De las siete categorías de fuentes comprendidas en este grupo fuente, solamente tres son relevantes para el país X en el año de referencia. Dichas categorías se describen a continuación.

1a Incineradores Municipales de Residuos Sólidos

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

Quien prepara el Inventario Nacional envía una solicitud a la autoridad ambiental nacional a cargo solicitando información acerca del número de incineradores de RSU con permisos activos en el 2004, sus diseños básicos, funcionalidades de diseño y ubicación. La autoridad a cargo informa que se permitieron 30 incineradores RSU y que están activos en el país X durante ese año y brinda la información adicional solicitada para cada incinerador. De acuerdo las características de su diseño, se estima que diez incineradores RSU representan el 90% de la capacidad total de diseño de los incineradores RSU en el país X.

Quien prepara el inventario envía una solicitud a la oficina nacional de estadísticas solicitando la cantidad de RSU generados en cada estado o provincia en el 2004, la fracción eliminada por incineración y, de estar disponible, la composición y características de los residuos (estos datos están disponibles públicamente). De acuerdo a los datos estadísticos, en el país X se incineraron un total de 5.00.000 de toneladas de RSU durante el 2004. Los cuestionarios se enviaron a los diez mayores incineradores de RSU a efectos de complementar esta información y de estimar los niveles de actividad con más certeza. De acuerdo a los datos estadísticos y/o a la información proporcionada por la autoridad a cargo, quien desarrolló el inventario determinó que estos diez incineradores de RSU estuviesen ubicados en solamente dos provincias o estados del país X. Se programaron visitas a las plantas para confirmar y recoger información sobre las tecnologías en uso y obtener información relativa a las prácticas reales llevadas a cabo en las plantas.

Las plantas de incineración de residuos de clasifican en cuatro clases de acuerdo a la tecnología que utilizan, a los datos obtenidos a través de cuestionarios y visitas complementarias. Los factores de emisión correspondientes al Kit de Herramientas 2005 se seleccionan de acuerdo a estas cuatro clases de fuentes y se obtienen estimados de emisiones por cada una de las tasas de actividad con sus factores de emisión respectivos. La tabla a continuación muestra los resultados.

Grupo Fuente	Categoría fuente	Clase	Tasa de Actividad (t/año)	Emisión Anual (g EQT/a)					
				A la atmósfera	Al agua	Al suelo	Producto	Residuos	
								Cenizas Sueltas	Cenizas Depositadas
1 Incineración de Residuos	1ª RSU	1 Combustión de baja tecnología, no hay APCS	-						
		2 Combustión controlada con APCS mínimos	2.000,000	700				1.000	30
		3 Combustión controlada, con APCS buenos	2.000,000	60				400	14
		4 Alta tecnología con APCS sofisticados	1.00.000	0,5				15	1,5

Enero de 2013

1b Incineración de residuos peligrosos

Se envía una solicitud a la autoridad ambiental nacional a cargo solicitando información acerca del número de incineradores RP con permisos activos en el 2004, sus diseños básicos, funcionalidades de diseño y ubicación. La autoridad a cargo informa que se permitieron 30 incineradores RSU y que están activos en el país X durante ese año y brinda la información adicional solicitada para cada incinerador. Quien prepara el inventario envía una solicitud a la oficina nacional de estadísticas solicitando la cantidad de RSU generados en cada estado o provincial en el 2004, la fracción eliminada por incineración y, de estar disponible, la composición y características de los residuos (estos datos están disponibles públicamente).

Se envía una solicitud a la oficina nacional de estadísticas solicitando la cantidad de RP generados en cada estado o provincial en el 2004, la fracción eliminada por incineración. De acuerdo a los datos estadísticos se incineraron un total de 200.000 toneladas de RP en el país X durante el año 2004. Los incineradores RP se asignan a cuatro clases de acuerdo a la tecnología que utilizan. Los factores de emisión correspondientes al Kit de Herramientas 2005. Se seleccionan los factores de emisión para estas cuatro clases y se obtienen los estimados de emisiones para cada una de las tasas de actividad y sus respectivos factores de emisión. En la siguiente tabla se muestran los resultados.

Grupo de Fuente	Categoría de Fuente	Clase	Tasa de Actividad (t/año)	Emisiones Anuales (g EQT/a)					
				A la atmósfera	Al agua	Al suelo	Producto	Residuos	
								Cenizas Seltas	Cenizas Depositadas
1 Incineración de Residuos	1b Residuos Peligrosos	1	Combustión de baja tecnología, no APCS	50.000	1.750			450	
		2	Combustión controlada con APCS mínimos	100.000	35			90	
		3	Combustión controlada con buenos APCS	-					
		4	Combustión de alta tecnología, APCS sofisticados	50.000	0,0375			1,5	

1c Incineración de residuos médicos

En el caso de incineración de residuos médicos, el autor del inventario obtiene información útil del Ministro de Salud, inclusive el número total de pacientes hospitalizados en el 2004. A través de visitas a una planta típica de incineración ubicada en un hospital tipo en el país X se obtiene información acerca

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

del tipo y cantidad de residuos médicos incinerados y se promedia por paciente. Los datos recogidos a través de ese sistema y extrapolados a nivel de país se utilizan para estimar la tasa total de actividad para el año de referencia. La información obtenida sobre las tecnologías utilizadas en estas plantas típicas también se utiliza para clasificar las fuentes de incineración de residuos médicos y asignar los correspondientes factores de emisión provenientes del Kit de Herramientas 2005 para el año 2005.

Grupo de Fuente	Categoría de Fuente	Clase		Tasa de Actividad (t/año)	Emisiones Anuales (g EQT/a)					
					A la atmósfera	Al agua	Al suelo	Producto	Residuos	
									Cenizas volantes	Cenizas depositadas
1 Incineración de Residuos	1c Residuos Médicos	3	Combustión controlada, tipo lote, APCS buenos	800.000	420				736	

Inventario actualizado

A comienzos del año 2007, el país X implementa un plan de acción para reducir las emisiones de COP no intencionales, como parte de su Plan Nacional de Aplicación. Se toman medidas para reducir las emisiones provocadas por la incineración de residuos, en particular la provocada por los incineradores de residuos incluidos en MTD/MPA, las plantas con instalaciones modernizadas y las crecientes tasas de reciclado. En el 2013, el país X actualizó su inventario a efectos de evaluar el éxito de las medidas implementadas. Se recogen los datos para el año de referencia 2010 y se establece el inventario de acuerdo a la corrección de la metodología del Kit de Herramientas correspondiente al año 2013⁽²¹⁾

El examen del inventario de referencia es un primer paso crucial en la actualización del proceso. Allí el nuevo autor puede ver el inventario, donde puede encontrarse la información sobre qué brechas deberán completarse utilizando la extrapolación y el criterio técnico. El mismo sistema se utiliza en el inventario actualizado como en la referencia, basado en los datos estadísticos para el 2010 que se obtienen de las mismas fuentes utilizadas para el inventario 2004.

Se corrigió la edición Kit de Herramientas del 2005 utilizada por el inventario de referencia y el autor utilizó el Kit de Herramientas 2013 para actualizar el inventario. A efectos de mantener la consistencia en el tiempo, el autor deberá examinar si los factores de emisión han cambiado. Los factores de emisión para la incineración de residuos del grupo fuente son los mismos en ambas versiones del Kit de Herramientas.

1a Incineradores Municipales de Residuos Sólidos

De acuerdo con los nuevos datos, la cantidad total de RSU incinerados en el 2010 es de 4.000.000 toneladas, una disminución del 20% desde el 2004. Esto sugiere que los incentivos para aumentar las tasas de reciclado en el país X tuvieron éxito al reducir el monto total de residuos municipales enviados a los incineradores RSU. A través de la aplicación de las mejores técnicas disponibles para incineradores

²¹ NB: Los factores de emisión de dioxina para la incineración de residuos se revisaron/modificaron en la edición corregida del Kit de Herramientas del 2013. Éstos son los mismos que en el Kit de Herramientas del 2005.

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

de residuos, todas las plantas han mejorado significativamente su tecnología desde el desarrollo del primer inventario y se les asignan las dos clases con los menores factores de emisión.

Los resultados muestran, por ejemplo, que luego de las medidas implementadas bajo el plan de acción las emisiones atmosféricas provenientes de los RSU han descendido en un 88%, mientras que las emisiones totales han descendido en un 67%. Esta evaluación se obtuvo a través de la aplicación del mismo sistema de inventario y el mismo grupo de factores de emisión, por lo tanto, los resultados son fácilmente comparables y las tendencias son consistentes en el tiempo.

Grupo fuente	Categoría fuente	Clase		Tasa de actividad (t/año)	Vertido anual (g EQT/a)					
					Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo	
									Ceniza volante	Ceniza depositada
1 Incineración de residuos	1a RSU	1	Combustión de baja tecnología, ningún APCS	-						
		2	Combustión controlada con APCS mínimo	-						
		3	Combustión controlada con APCS bueno	3.000.000	90				600	21
		4	Combustión de alta tecnología, APCS sofisticado	1.000.000	0,5				15	1,5

1b Incineración de residuos peligrosos

La capacidad de destrucción total anual para residuos peligrosos fue estimada en 200.000 toneladas en 2010, manteniéndose a niveles constantes desde 2004. Las instalaciones en las que se quemaban residuos fueron también mejoradas gracias a la introducción de las mejores técnicas disponibles para incineradores:

Grupo de fuentes	Categoría de fuente	Clase		Tasa de actividad (t/año)	Vertido anual (g EQT/a)					
					Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo	
									Ceniza volante	Ceniza depositada
1 Incineración de residuos	1b Residuos peligrosos	1	Combustión de baja tecnología, ningún APCS	-						
		2	Combustión controlada con APCS mínimo	-						
		3	Combustión controlada con APCS bueno	150,000	1,5				67,5	
		4	Combustión de	50.000	0,0375				1,5	

Enero de 2013

			alta tecnología, APCS sofisticado						
--	--	--	--------------------------------------	--	--	--	--	--	--

Los resultados, por lo tanto, muestran una reducción significativa en las liberaciones para esta categoría (mayor al 99%), como resultado de la actualización de las viejas instalaciones de quema de residuos peligrosos. Se arriba a esta conclusión según los resultados obtenidos a través del mismo abordaje y el mismo conjunto de factores de emisión que en el inventario de referencia.

1c Incineración de residuos médicos

Las tasas de incineración de residuos médicos también se mantuvieron sin cambios en 2010, con todas las instalaciones clasificadas bajo la categoría 3 del Kit de herramientas. Los datos, al igual que para el inventario de referencia, fueron obtenidos a través de la extrapolación de información común propia de las instalaciones basada en la cantidad de pacientes registrados en el año de referencia. Por este motivo, las liberaciones para esta categoría se mantuvieron en niveles constantes desde el 2004.

Grupo Fuente	Categoría de Fuente	Clase	Tasa de Actividad (t/año)	Liberación anual (g EQT/a)					
				Aire	Agua	Suelo	Pro-ducto	Residuo	
								Cenizas Volantes	Cenizas de fondo
1Incineración de residuos	1c Residuos Médicos	3 Combustión controlada de tipo "lote" Buen APCS	800.000	420				736	

1g Destrucción de carcasas de animales

En 2006, cuando se desarrolló el inventario de referencia para 2004, no había información disponible para evaluar las tasas de combustión de las carcasas de animales para el país X. Esta categoría era considerada irrelevante para el país X y fue excluida del inventario de referencia. En el 2013, el quien desarrolla del inventario descubre que existe una vieja instalación que se especializa en la combustión de carcasas. La tasa de actividad para el 2010 (el año de referencia en el inventario actualizado) se estimó fue de 1 000 t de carcasas procesadas. El factor de emisión aplicado es 50 µg de EQT/t, correspondiente a viejas instalaciones con un control limitado de contaminación del aire. Las emisiones generales al aire desde esta categoría de fuente equivalen a 0,05 g EQT/año:

Liberación de PCDD/PCDF al aire en 2010 (g EQT/año)=Cantidad de carcasas xFE_{Aire}=

1.000 t/año x 50 µg de EQT/t=

0,05 g EQT/año

La conclusión inmediata sería la de un aumento en la emisión al aire de 0 a 0,05 g EQT de 2004 a 2010. Sin embargo, esta fuente en particular se encontraba también presente en el país X en el año 2004 pero no había sido evaluada en el inventario de referencia debido a falta de información. Por lo tanto, el primer inventario debe ser revisado tomando en cuenta esta nueva información. Los resultados

Enero de 2013

obtenidos para esta categoría de fuente en el año 2004 y el 2010 solo podrán ser comparados una vez que se revise la estimación de la liberación en el informe de referencia.

Revisión del inventario de referencia

La revisión del inventario de referencia es necesaria para asegurar la regularidad de las tendencias de liberación a lo largo del tiempo. En este ejemplo, solo será necesaria la revisión de los estimados para una categoría de fuente referente al grupo de incineración de residuos.

1g Combustión de carcasas de animales

Luego de la actualización del inventario en el año 2013, el país X descubrió nueva información acerca de la combustión de carcasas de animales, la cual debe ser incorporada al inventario de referencia. Esta fuente no fue tomada en cuenta en el año de referencia 2004 debido a falta de información. Quien desarrolla el inventario deberá evaluar la tasa de actividad de esta fuente de modo retrospectivo para el año de referencia para así permitir realizar la comparación de los estimados de liberación para el 2004 y 2010.

Las tasas de actividad para el año de referencia se recalcularon en 1500 t y los estimados de liberación revisados se calculan de la siguiente manera:

Liberación de PCDD/PCDF al aire en 2004 (g EQT/año)=cantidad de carcasas x FE_{Aire}=

1.500 t/año x 50 µg de EQT/t=

0,075 g EQT/año

Los resultados, por tanto, muestran una reducción del 33% en la liberación al aire de esta categoría. Si no se hubiere incorporado esta nueva información para reevaluar el estimado de liberación de referencia, la tendencia resultante hubiese sido la opuesta, un aumento en las liberaciones de esta categoría.

Conclusión

Este ejemplo demuestra que cuando se lleva a cabo la actualización del inventario de dioxinas, es fundamental hacer la revisión del inventario anterior, para identificar rápidamente el abordaje utilizado, encontrar fuentes importantes de información para estimar las tasas de actividad, utilizar criterios consecuentes de los expertos para llenar los vacíos de información, etc. También demuestra que, además de los cambios sufridos por el Kit de herramientas en su revisión de 2013, la información nueva disponible a nivel país es igual de importante para generar una revisión de los estimados de liberación de referencia. Si esta revisión no se llevara a cabo, los resultados obtenidos para los distintos años de referencia no podrían ser comparados y, por lo tanto, no se podría calcular las tendencias a lo largo del tiempo.

Inventario de ejemplo 3 Grupo de fuentes 2 Producción de metales ferrosos y no ferrosos

Introducción

El objetivo de este estudio de caso es el de demostrar el proceso de desarrollo, actualización y revisión de un inventario, particularmente para la industria metalúrgica. Este estudio de caso parte de un ejemplo hipotético para un país X, incluyendo detalles prácticos en cuanto a la actualización del inventario para evaluar la evolución de las emisiones en mayor detalle y así implementar medidas más estrictas según el plan de acción desarrollado como parte del PNA. El caso también incluye información esencial del proceso de revisión del inventario de referencia, el cual se desencadena debido a la revisión de los factores de emisión del Kit de herramientas y al descubrimiento de nueva información acerca de fuentes que si bien existían al momento de realizarse el inventario de referencia, no habían sido tomadas en cuenta debido a falta de información, permitiendo así refinar los valores de referencia estimados y llevar a cabo la comparación.

Inventario de Referencia

El inventario de referencia del país X se realizó en el año 2006 utilizando datos recopilados para el año de referencia 2004, de acuerdo con la metodología del Kit de herramientas del año 2005.

Utilizando las siguientes fuentes de información se elaboró una lista de tipos de actividades pertinentes y de nombres de instalaciones:

1. Listado de actividades industriales en las Asociaciones que representan al sector,
2. Bases de datos aduaneras de la importación de materias primas para la industria de la fundición,
3. Actividades industriales mencionadas en manuales comerciales de oferta de productos,
4. Autoridades locales (distritos, municipalidades) y gobierno nacional (Ministerio de Medio Ambiente).

A partir del cuestionario para el Grupo 2 – Producción de Metales Ferrosos y No Ferrosos (Anexo 3 del Kit de herramientas), se adaptó un nuevo cuestionario y se envió por correo electrónico o fax en 2006 a la lista de industrias obtenida. Se les solicitó a las autoridades de cada compañía que completaran la información requerida y los datos de actividad para el año de referencia 2004.

De las doce categorías de fuentes en este grupo, solo cuatro eran relevantes al país en el año de referencia 2004, y se detallan a continuación:

- 2c Producción y fundición de hierro y acero,
- 2d Producción de cobre,
- 2e Producción de aluminio,

- 2I Recuperación térmica de cables.

En 2006 no se contaba con información disponible en cuanto a los niveles de actividad y tecnologías para el sector de la fusión de metales. Para solucionar esto, se envió un cuestionario a todas las industrias identificadas, un total de 11. Debido a que el país X no se ha desarrollado en la producción primaria de metales a partir de minerales, todas estas tenían actividades dentro de la fusión secundaria con diferentes materiales de distinta calidad.

De todas las industrias, se seleccionó una muestra de 5 para realizar visitas y así verificar la correcta interpretación de la información solicitada en el cuestionario y los niveles de precisión de la información presentada por la autoridad responsable de cada compañía.

Se visitó aquellas instalaciones en las que llevaban a cabo actividades consideradas más delicadas en cuanto a la estimación de emisiones de PCDD/PCDF, ya sea por el nivel de actividad o por las tecnologías de producción y control utilizadas. Las compañías seleccionadas cubrían entre un 80 y un 85% de la producción total de metales ferrosos y no ferrosos, lo cual ayudó a mejorar los niveles de confianza de los estimados de emisión para este sector.

La quema de cables robados de líneas de electricidad y telefónicas a cielo abierto es una práctica informal común en el país. La tecnología de recuperación permitida es la del pelado de cables para su subsiguiente ingreso en hornos de fusión, sin el PVC u otros materiales plásticos. La actividad informal se lleva a cabo en condiciones precarias. La cantidad de cable robado en 2004 se obtuvo principalmente de compañías de transmisión de energía eléctrica y de compañías telefónicas.

2c Producción y fundición de hierro y acero

Se identificó un total de cinco instalaciones en esta subcategoría, entre las cuales dos producen un total de 120 000 toneladas de acero líquido por año y tres eran fundiciones de hierro con una producción de 30 000 toneladas por año. Estas fueron categorizadas en cuatro clases según el tipo de tecnología utilizada.

Categoría de fuente	Clase	Producción (t/a)	Vertido anual (g EQT/a)					Sub- Total (g EQT/a)
			Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo	
Plantas de hierro y acero	1 Chatarra sucia, precalentamiento de chatarra, controles limitados	20.000	0,200				0,300	0,50
	2 Chatarra limpia/hierro virgen, combustión retardada, filtro de tela	-						
	3 Chatarra limpia/hierro virgen, hornos BOF	-						
	4 Altos hornos con APC	100.000	0,001					0,00

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

<i>Subtotal</i>		<i>120.000</i>	<i>0,20</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0,300</i>	<i>0,50</i>
Fundiciones	1	Cúpula de aire fría o tambor rotativo, ningún APCS	10.000	0,100				0,10
	2	Tambor rotativo - filtro de tela	20.000	0,086			0,004	0,09
	3	Cúpula de aire fría, filtro de tela	-					
	4	Cúpula de aire caliente o horno de inducción, filtro de tela	-					
<i>Sub- Total</i>		<i>30.000</i>	<i>0,186</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>00</i>	<i>0,19</i>
Total	Plantas de producción de hierro y acero y fundiciones		150.000	0,388	0	0	0	0,304
							0,304	0.69

2d Producción de cobre

Se identificaron en total tres compañías como activas en fundiciones de cobre secundario, con una producción total de 68.000 toneladas por año. De estas, 60.000 toneladas se producen en plantas modernas, bien operadas, con un sistema de templado rápido, filtros de bolsa y filtros de carbón activado. De esta forma, se captan las emisiones en el sistema de tratamiento del gas, al tanto que se controlan mejor los residuos generados a lo largo del proceso. Las restantes 8.000 toneladas se producen en dos plantas de tecnología básica sin controles.

Clase		Producción (t/a)	Vertido anual (g EQT/a)					Subtotal (g EQT/a)
			Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo	
1	Cu sec. - Tecnología básica	8.000	6.400				5.040	11,44
2	Cu sec. - bien controlada	-						
3	Cu sec. – Optimizada para el control de PCDD/PCDF	60.000	0,300				18.000	18,30
4	Fundición y moldeado de aleaciones de Cu/Cu	-						
5	Cu Prim., bien controlada, con algunos materiales de alimentación secundarios	-						
6	Fundiciones de Cu puro primario sin alimentación secundaria	-						
Total	Producción de cobre	68.000	6.700	0	0	0	23,0	29,8

2e Producción de aluminio

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

Este sector está constituido por un total de tres plantas para la producción de aluminio secundario usando chatarra de calidad diversa. Las emisiones para las dos clases se presentan en el siguiente cuadro. Vale la pena mencionar que en el presente caso estos valores son bastante bajos, sin variaciones de importancia entre las diferentes clases.

Clase		Producción (t/a)	Vertido anual (g EQT/a)					Sub- Total (g EQT/a)
			Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo	
1	Procesamiento de chatarra de Al, tratamiento mínimo del material entrante, remoción de polvo simple	5.000	0.750				1.000	1,75
2	Tratamiento de la chatarra, bien controlada, APCS bueno	-						
3	Tratamiento de la chatarra, bien controlada, filtro de tela, inyección de cal	15.000	0,075				1.500	1,58
4	Proceso optimizado para la reducción de PCDD/PPCDF	-						
5	Secado de virutas/ torneados (plantas sencillas)	-						
6	Remoción térmica de los aceites, hornos rotativos, combustión retardada, filtro de telas	-						
7	Plantas de Al primario puro	-						
Total Producción de aluminio		20.000	0,825	0	0	0	2,5	3,3

2I Recuperación térmica de cables y residuos electrónicos

Para estimar las emisiones provenientes de quema de cables, se supuso que todos los cables robados eran quemados a cielo abierto, por lo que las fundiciones de cobre del país solo reciben cables pelados. Esto lleva a una sobreestimación de las emisiones, que aun así resultaron aceptables por falta de más información.

Se estima que el el 2004 se quemaron en total 600 toneladas de cables a cielo abierto. Esto se basa en los kilómetros de cable robado y el peso por kilómetro (kg/km), según datos proporcionados por las empresas de transmisión de electricidad y telefónicas. También se supuso que las actividades de recuperación de chatarra electrónica tienen lugar en todo el país.

Clase		Producción (t/a)	Vertido anual (g EQT/a)					Sub- Total (g EQT/a)
			Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo	
1	Quema a cielo abierto de cable	600	3.000					3.00
2	Horno básico con post quemador, depurador húmedo	-						

Enero de 2013

3	Quema de motores eléctricos, zapata de frenos, etc., combustión retardada	-						
Total	Recuperación térmica de cables	600	3.000	0	0	0	0	3,0

Actualización del inventario

Como parte del Plan Nacional de Aplicación, el País X ha instaurado un conjunto de medidas para reducir la generación y emisión de COP no intencionales. El inventario inicial de referencia fue actualizado en 2013 para valorar si la implementación de dichas medidas estaba teniendo éxito. Se utilizó el Kit de herramientas que fuera revisado en 2013 como base para actualizar las estimaciones de emisiones. La actualización sirvió para valorar tanto los cambios de volúmenes y tipos de actividades desarrolladas en el país, como la efectividad de las medidas aplicadas para reducir los niveles de emisiones.

Las medidas aplicadas para reducir los niveles de emisiones PCDD/PCDF de otras categoría de fuentes, en particular la gestión de residuos, y el valor en alza de los metales en el mercado, ha llevado a un aumento del reciclaje de residuos y tasas crecientes de recuperación es chatarra de metales, fundamentalmente ferroso.

Además, durante la encuesta de referencia inicial realizada en 2006 para producir el inventario de referencia, se detectaron varias lagunas en la información. En consecuencia, el gobierno decidió exigir el registro de las actividades de fundición a través del Ministerio de Medio Ambiente. Mediante esta decisión oficial. Se obligó a las empresas a actualizar su información cada cuatro años. Gracias a esta iniciativa, la información necesaria estuvo fácilmente disponible para ser procesada, y se redujo significativamente el tiempo necesario para actualizar el inventario. Esto también permitió identificar la actividad de fundición principal en el País X, que no se había detectado en el primer inventario.

2c Producción y fundiciones de hierro y acero

En 2010, siguen estando las mismas cinco industrias, con un aumento de 33% de su producción, lo que sigue siendo insignificante comparado con el total de emisiones del Grupo 2.

Categoría de Fuente	Clase		Producción (t/a)	Vertido anual (g EQT/a)					Sub- Total (g EQT/a)
				Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo	
Plantas de hierro y acero	1	Chatarra sucia, precalentamiento de la chatarra, controles limitados	25.000	0,250				0,375	0,625
	2	Chatarra limpia/hierro virgen o chatarra sucia, combustión retardada, filtro de tela	-						
	3	Chatarra limpia/hierro virgen o chatarra sucia, EAF equipado con APCS, hornos FOB	-						

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

	4	Altos hornos con APCS	130.000	0,001					0,001
<i>Sub- Total</i>			<i>155.000</i>	<i>0,251</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0,375</i>	<i>0,626</i>
Fundiciones	1	Cúpula de aire fría o cúpula de aire caliente o tambor rotativo, ningún APCS	5.000	0,050					0,050
	2	Tambor rotativo - filtro de tela o depurador húmedo	40.000	0,172				0,008	0,180
	3	Cúpula de aire fría, filtro de tela o depurador húmedo	-						
	4	Cúpula de aire caliente o horno de inducción, filtro de tela o depurador húmedo	-						
<i>Sub- Total</i>			<i>45.000</i>	<i>0,222</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,230</i>
Total		Plantas de producción y fundiciones de hierro y acero	200.000	0,47	0,00	0,00	0,00	0,38	0,86

Para el año 2012 se instalará una nueva planta de acero que habrá de procesar 160 ton/día. Se trata de una planta de horno de arco eléctrico Clase 3 equipado con sistemas de control de contaminación aérea diseñados para bajar las emisiones de PCDD/PCDF. El gobierno también está interesado en proyecciones de futuras emisiones para saber cómo habrán de incidir en las emisiones totales de PCDD/PCDF. A esos efectos se utilizó la metodología del Kit de herramientas de 2013 para pronosticar las nuevas emisiones que muestran un aumento de +0,058 g EQT/a en residuos y en emisiones atmosféricas. Esto representa un aumento neto de 13.5% en esta subcategoría cuando se lo compara con la situación de 2010.

2d Producción de cobre

A continuación de la encuesta de referencia inicial conducida por el País X, de acuerdo a la que la producción de cobre era responsable del 83% de las emisiones totales de PCDD/PCDF del grupo de fuentes 2, las autoridades aplicaron un plan para mejorar el control de emisiones en el sector de fundición de cobre, concentrándose en dos aspectos: la eliminación adecuada de los residuos para mitigar el impacto sobre el medio ambiente, y mejora de las dos plantas que producen 8.000 t/a con tecnología básica. Como resultado, actualmente se producen 6.000 toneladas con buen control de la contaminación aérea, y pasaron de Clase 1 a Clase 2.

Clase		Producción (t/a)	Vertido anual (g EQT/a)					Sub- Total (g EQT/a)
			Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo	
1	Cu sec. - Tecnología básica	2.000	1.600				1.260	2.860
2	Cu sec. - bien controlada	6.000	0,300				3.780	4.080
3	Cu sec. - Optimizado para control de PCDD/PCDF	60.000	0,300				18.000	18.300
4	Fundición y moldeo de aleaciones de Cu/Cu	-						
5	Cu primario, bien controlada, con algunos materiales de	-						

Enero de 2013

	alimentación secundarios							
6	Fundiciones de Cu prim. Puro sin alimentación secundaria	-						
Total	Producción total	68.000	2.200	0	0	0	23,0	25,2

2e Producción de aluminio

En 2010, para las plantas operadas en Clase 3 se pueden destacar dos aspectos:

- La producción secundaria de aluminio aumentó 33% y
- Se reciclaron 50% de residuos sólidos internamente, por lo que las emisiones de residuos deben dividirse por dos.

Clase		Producción (t/a)	Vertido anual (g EQT/a)					Subtotal (g EQT/a)
			Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo	
1	Procesado de chatarra de Al, tratamiento mínimo del material de entrada, remoción de polvo simple	5.000	0.750				1.000	1.750
2	Tratamiento de la chatarra, bien controlada, filtro de tela, inyección de cal	20.000	0,100				8.000/2 = 4.000	4.100
3	Proceso optimizado para la reducción de PCDD/PPCDF	-						
4	Secado de torneados/ virutas (plantas sencillas)	-						
5	Remoción térmica de aceites, hornos rotativos, combustión retardadas, filtro de telas	-						
6	Plantas de Al primario	-						
Total	Producción de aluminio	25.000	0,850	0	0	0	5,0	5,9

2f Producción de plomo

La información disponible para el año de referencia 2010 muestra que se utilizan componentes de plomo de baterías libres de PVC para fundición en hornos rotativos con filtro de tela, correspondientes a la Clase 2.

Clase		Producción (t/a)	Vertido anual (g EQT/a)					Sub- Total (g EQT/a)
			Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo	
1	Plomo sec. de chatarra, separadores de baterías	-						

Enero de 2013

	de PVC							
2	Sec. de chatarra libre de PVC/Cl ₂ , algún APCS	10.000	0,080				0,050	0,130
3	Plomo sec., chatarra libre de PVC/Cl ₂ en hornos modernos, con lavadero	-						
4	Producción de plomo primario puro	-						
Total	Producción de plomo	10.000	0,080	0	0	0	0,05	0,13

2I Recuperación térmica de cables y reciclado de residuos electrónicos

En 2010, se estima que se han quemado 400 toneladas de cable a cielo abierto. Esto es menos que para el año de referencia inicial (2004), debido a cambios en cables por encima del suelo a cables subterráneos, que disminuye la posibilidad de robo.

Clase		Producción (t/a)	Vertido anual (g EQT/a)					Sub- Total (g EQT/a)
			Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo	
1	Quema a cielo abierto de cable	400	4.800					4.800
2	Quema a cielo abierto de tableros de circuitos							
3	Horno básico con post combustion, depurador húmedo							
4	Quema de motores eléctricos, zapata de freno, etc., combustión retardada							
Total	Recuperación térmica de cables y reciclado de residuos electrónicos	400	4.800	0	0	0	0	4,8

Revisión del inventario de referencia inicial

Para poder comparar las estimaciones actualizadas de las emisiones de 2010 con el inventario de referencia inicial para 2004 para marcar el avance en la reducción de PCDD/PCDF, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- 1) La clasificación de fuentes y factores de emisiones pueden variar debido a revisiones del Kit de herramientas.
- 2) Se identificaron más actividades en 2010, para los que no se dispone de datos en 2006.

La emisión para 2004 tiene que verse a calcular usando el Kit de herramientas de 2013 para permitir la comparación.

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

El siguiente cuadro resume las emisiones de PCDD/PCDF para una comparación rápida entre los inventarios de 2004 y 2010.

Cat.	Clase	Categoría de fuentes	2004 recalculated				Producción (t/a)	2010		
			Producción (t/a)	Vertido anual (g EQT/a)				Aire	Residuo	Total
				Aire	Residuo	Total				
c		Plantas de producción y fundiciones de hierro y acero	150.000	0,387	0,304	0.69	200.000	0,473	0,383	0,86
		Plantas de hierro y acero	120.000	0,201	0,3	0,50	155.000	0,251	0,375	0,63
	1	Chatarra sucia, precalentamiento de chatarra, controles limitados	20.000	0,2	0,3	0,50	25.000	0,25	0,375	0,63
	4	Altos hornos con APCS	100.000	0,001	-	0,001	130.000	0,0013	-	0,001
		Fundiciones	30.000	0,186	0,004	0,19	45.000	0,222	0,008	0,23
	1	Cúpula de aire fría o cúpula de aire caliente o tambor rotativo, ningún APCS	10.000	0,1	-	0,10	5.000	0,05		0,05
	2	Tambores rotativos - filtro de tela o depurador húmedo	20.000	0,086	0,004	0,09	40.000	0,172	0,008	0,18
d		Producción de cobre	68.000	6.7	23.04	29.7	68.000	2.2	23,04	25,2
	1	Cu sec. - Tecnología básica	8.000	6.4	5.04	11.4	2.000	1.6	1,26	2,9
	2	Cu sec. - bien controlada	-	-	-	-	6.000	0,3	3,78	4,1
	3	Cu sec. - Optimizado para control de PCDD/PCDF	60.000	0,3	18	18.3	60.000	0,3	18	18,3
e		Producción de aluminio	20.000	0.825	7	7.8	25.000	0.85	5	5,9
	1	Procesamiento de Al de chatarra, tratamiento mínimo de materiales de entrada, remoción de polvo simple	5.000	0.75	1	1.75	5.000	0.75	1	1,75
	2	Tratamiento de la chatarra, bien controlado, filtro de tela, inyección	15.000	0,075	6	6.08	20.000	0,1	4	4,10
f		Producción de plomo	10.000	0,08	0,05	0,13	10.000	0,08	0,05	0,13
	2	Sec. de chatarra libre de PVC/Cl2, algún APCS	10.000	0,08	0,05	0,13	10.000	0,08	0,05	0,13

Enero de 2013

I		Recuperación térmica de cable y reciclado de residuos electrónicos	600	7,2	0	7,20	400	4,8	0	4,80
	1	Quema a cielo abierto de cable	600	7,2		7,20	400	4,8		4,80
Producción de metales ferrosos y no ferrosos			647,200	15,2	30,4	45,6	806,800	8,4	28,5	36,9

Se observa que si bien se ha registrado un aumento de 25% en la producción de metales desde 2004 a 2010, las emisiones totales de este grupo de fuentes han disminuido 19% en total. Se afectaron fundamentalmente las emisiones totales atmosféricas de la producción de metal, con una disminución total de 45%.

Las siguientes secciones muestran los cálculos revisados del inventario de referencia inicial para cada categoría.

2c Producción y fundiciones de hierro y acero

Para esta categoría no es necesario recalcular las emisiones de la línea de base, ya que la diferencia entre las emisiones estimadas para ambos inventarios solo es debida a los mayores niveles de producción. En esta categoría se registra un aumento del 33% en producción. Como este aumento se basa en la adopción de tecnologías mejoradas, no ha redundado en un aumento apreciable de las emisiones.

2d Producción de cobre

Para esta categoría no es necesario recalcular las emisiones de referencia. La disminución de 4,5 g EQT/a en las emisiones atmosféricas desde 2004 a 2010 (15%) también es debida a una mejor tecnología en 2010.

2e Producción de aluminio

Para esta categoría, es necesario recalcular las emisiones de referencia debido a la revisión del factor de emisión en los residuos (para la clase 3, esto cambió de 100 a 400 µg EQT/t).

Clase		Producción (t/a)	Vertido anual (g EQT/a)					Sub- Total (g EQT/a)
			Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo	
1	Procesado de chatarra de Al, tratamiento mínimo del material de entrada, remoción de polvo simple	5.000	0,750				1.000	1.750
3	Tratamiento de la chatarra, bien controlado, filtro de tela, inyección de cal	15.000	0,075				6.000	6.075
4	Proceso optimizado para reducción de PCDD/PPCDF	-						

Enero de 2013

5	Secado de torneados/ viruta (plantas sencillas)	-						
6	Remoción térmica de los aceites, hornos rotatorios, combustión retardada, filtro de telas	-						
7	Planta de Al primario	-						
Total	Producción de aluminio	20.000	0,825	0	0	0	7,0	7,8

Por consiguiente, en esta categoría, un aumento del 33% de la producción provocó un aumento de 2 g EQT/a en los residuos, lo que representa un aumento de 26% comparado con las emisiones de 2004 en la producción de aluminio secundario.

2f Producción de plomo

Para el año 2004, los componentes de plomo de las baterías se fundieron en el país X. No obstante ello, esta actividad no fue considerada en el inventario inicial de referencia ya que no se la había detectado debido a limitaciones en el relevamiento. Esta nueva información debe incluirse en el inventario inicial de referencia revisado.

A partir de la información disponible, se estima que en 2004, la actividad se desarrolló en las mismas instalaciones que en 2010, y con el mismo nivel de producción, dando lugar a las mismas emisiones que las estimadas en 2010.

2l Recuperación térmica de cables y reciclaje de residuos electrónicos

A pesar de que en 2010 se quemaron cantidades menores de cables a cielo abierto, comparado con los niveles de emisión de 2004 y 2010, se ha mostrado un aumento de las emisiones de PCDD/PCDF. Esto es debido a que se revisó el factor de emisión a la atmósfera por la quema a cielo abierto de cable y es significativamente más elevada en el Kit de herramientas de 2013 que en la edición de 2005. Por esa razón se tiene que volver a calcular las emisiones de la línea de baseline usando el factor de emisión revisado.

Clase		Producción (t/a)	Vertido anual (g EQT/a)					Sub- Total (g EQT/a)
			Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo	
1	Quema a cielo abierto de cable	600	7.200					7.200
2	Quema a cielo abierto de tableros de circuitos	-						
3	Horno básico con post combustión, depurador húmedo	-						
4	Quema de motores eléctricos, zapatas de frenos, etc., combustión retardada	-						
Total	Recuperación térmica de	600	7.200	0	0	0	0	7,2

	cables y reciclaje de residuos electrónicos							
--	--	--	--	--	--	--	--	--

Por lo tanto, la disminución de las emisiones de esta categoría de fuente es directamente proporcional a la disminución de la cantidad de cables quemado, es decir 33%.

Conclusión

Al actualizar el inventario de PCDD/PCDF, es preciso examinar los inventarios previo/del nivel de referencia inicial por una serie de razones:

- El Kit de herramientas debe ser actualizado regularmente (fuentes de emisión y factores de emisión).
- La identificación de fuentes adicionales en el inventario actualizado, para lo cual todavía no se disponía de información en la época en que se realizaron los inventarios previos.
- La mejora de las estimaciones de las tasas de actividad en algunas categorías complejas exige un examen de las estimaciones de los inventarios anteriores. Esto no se aborda particularmente en este estudio de caso.

El proceso para actualizar, y, de ser necesario, revisar el inventario es esencial para garantizar la comparabilidad entre los resultados y para poder establecer tendencias con el paso del tiempo. Se puede mejorar la calidad de la información y la confianza en los resultados del inventario mediante visitas a los emplazamientos usando un número limitado de instalaciones importantes. Vale la pena incluir a aquellas instalaciones que tienen el potencial de contribuir más al inventario, es decir, las instalaciones grandes que contribuyen en gran parte de la producción general del sector.

Finalmente, el proceso de recabar información para la actualización del inventario ayuda a identificar las incongruencias en la información disponible. Esto ofrece la oportunidad para un análisis práctico y una oportunidad para mejorar y aplicar mejores mecanismos para recabar información confiable que pueda disminuir el tiempo que se necesita en futuras actualizaciones y mejorar la calidad de las estimaciones pasadas mediante el examen de los inventarios previos para llenar esas lagunas.

Inventario ejemplo 4 Grupo de fuentes 3 Generación de energía y calor

Introducción

La finalidad de este estudio de caso es ilustrar el proceso de elaboración del inventario, su actualización y revisión, concentrándose en un único grupo de fuentes: Generación de energía y calor.

Consideraremos un ejemplo hipotético de un inventario de PCDD/PCDF en el país X, y describe el proceso del inventario inicial de referencia, su actualización y revisión para este grupo particular de fuentes.

Inventario inicial de referencia

La participación total de los combustibles en la producción indígena de energía en el país X se puede desglosar como sigue: 55% de carbón duro, 37% de carbón marrón y el 8% restante viene del gas, aceite e hidro. Por lo tanto, el carbón duro es el combustible fósil básico que se quema en los hogares, no solo para calefacción sino también para cocinar.

Las estadísticas nacionales de actividad para el año de referencia de inicio (2001) brindan las siguientes cifras de consumo:

- carbón duro 174,338 TJ
- lignita 980 TJ
- gas natural metano alto 110,658 TJ
- gas natural nitrificado 16,953 TJ
- LPG 20,812 TJ
- Hidrocarburo combustible liviano 17,496 TJ

Al agrupar los combustibles según su tipo (sólido, líquido, gaseoso) obtenemos las siguientes cifras:

- carbón 175,318 TJ
- hidrocarburos 17,496 TJ
- gas natural 148,423 TJ

3e Calefacción domiciliar y cocina con combustibles fósiles

Una de las principales fuentes de emisiones de PCDD/PCDF en el país X proviene de los procesos de combustión en calderas y hornos de los hogares, donde se suelen quemar combustibles comerciales con residuos domiciliarios. El sector municipal y de habitacional tiene una participación dominante en emisiones de PCDD/PCDF, como el principal combustible usado en este sector es el carbón duro, con un consumo anual de 9 millones de toneladas.

El Kit de herramientas de 2013 aplica un factor de emisión para la quema de carbón en sistemas de calefacción residenciales de 70 $\mu\text{g I-EQT/TJ}$ correspondientes a aproximadamente 2 $\mu\text{g I-EQT/t}$. El factor de emisión por defecto fue derivado de los valores medios entre 1,6 y 50 $\mu\text{g I-EQT/t}$ de carbón

Enero de 2013

quemado. Varias mediciones recientes indican que la emisión de la quema residencial de carbón en el país X puede ser mucho más elevada.

Estos resultados indican que el factor de emisión para la quema residencial de carbón – aun cuando el carbón no se queme junto con residuos – puede ser significativamente más elevado que el factor de emisión por defecto del *Kit de herramientas normalizado*. El factor de emisión por defecto se sigue usando como una estimación media, pero se estima que el promedio real del factor de emisión probablemente sea más bien alto que bajo, y se aplicará un rango de 35-1.000 µg I-EQT/t.

Los vertidos anuales al aire resultantes se presentan en el cuadro siguiente:

Categoría de fuente	Clase de fuente	Tasa de actividad TJ/año	FE _{Aire} µg I-EQT/t		Vertido anual al aire (g EQT/a)	
			Medio (Kit de herramientas 2003)	Rango	Medio	Rango
Calefacción doméstica y cocina – combustibles fósiles	Cocinas a carbón	219.484	70	30-1.000	15	6,6-200

Actualización del inventario

En 2008 se publicaron nuevos factores de emisión en el país X con base en mediciones específicas de emisiones de las cocinas a carbón. Estos factores específicos de cada país se utilizan entonces con más confianza para actualizar el inventario. Las tasas de actividad son comparables a las estimadas para el año de base, y se las deriva igualmente de las estadísticas nacionales, como en el inventario inicial de referencia.

Categoría de fuente	Clase de fuente	Tasa de actividad TJ/año	EF _{Aire} µg I-EQT/t Específico para cada país	Vertido anual al aire (g EQT/a)
Calefacción doméstica y cocina – combustibles fósiles	Cocinas a carbón	200.000	115	23

Los resultados muestran un leve aumento de las emisiones, si bien las tasas de actividad se mantuvieron a niveles relativamente constantes. Esto es claramente debido a la aplicación de un conjunto diferente de factores de emisión, que fueron derivados para con el fin de reflejar mejor las circunstancias nacionales en el país X.

Revisión del inventario inicial de referencia

La revisión del inventario inicial de referencia es entonces necesaria para asegurar la congruencia de las tendencias en las emisiones con el paso del tiempo. En este ejemplo, la revisión se desencadena ante nuevos hallazgos científicos y nuevos desarrollos, permitiendo al país X recalcular las emisiones usando el conjunto de factores de emisión reconocidos desarrollados para reflejar mejor las circunstancias nacionales.

Categoría de fuente	Clase de fuente	Tasa de actividad TJ/año	EF _{Air} µg I-EQT/t Específico del país	Vertido anual al aire (g EQT/a)
Calefacción domiciliar y cocina – combustibles fósiles	Cocinas a carbón	219.484	115	25.24

Las estimaciones iniciales revisadas muestran que ciertamente hubo una disminución de las emisiones a partir de esta importante fuente desde 2001 hasta 2008.

Conclusión

Este ejemplo muestra que cuando se aplican los factores de emisión reconocidos, a través de un refinamiento periódico de la metodología para elaborar el inventario de PCDD/PCDF, se necesitan igualmente revisiones de los inventarios previos. Además de los cambios en la metodología del Kit de herramientas que surgen de su revisión en 2013, al ir apareciendo mejor información a nivel del país, inclusive a través de mediciones directas de emisiones y desarrollo de factores de emisión más específicos, es un factor desencadenante igualmente importante para revisar las estimaciones iniciales de referencia de las emisiones. Si no se hubiere realizado tal estimación, los resultados obtenidos para los diferentes años de referencia no son fácilmente comparables y no se pueden estimar las tendencias en el tiempo.

Inventario ejemplo 5 Grupo de fuentes 4 Productos minerales

Introducción

La finalidad de este estudio de caso es ilustrar el proceso de desarrollo, actualización y revisión del inventario. Consideraremos un ejemplo hipotético de un inventario de un país X, y describiremos el proceso del inventario concentrándonos en el grupo de fuentes de 4 Productos minerales.

Inventario inicial de referencia

Consideremos un inventario hipotético del país X. El **inventario inicial de referencia** se desarrolla en 2006, con base en los datos recogidos para el año de referencia 2005 y usando la metodología del Kit de herramientas de 2005. El inventario inicial de referencia estimó que cada año se fabrican aproximadamente 15.000 toneladas de ladrillos cada año con base en los datos estadísticos obtenidos de la industria manufacturera. Las tecnologías utilizadas en la industria manufacturera no tienen sistemas de control de polvo instalados y NO usan combustibles contaminados. Se calcularon los totales vertidos anualmente para el año de base de referencia aplicando la metodología del Kit de herramientas 2005, aplicando un factor de emisión al aire de 0,2 µg EQT/t de ladrillos fabricados. Por ende, se estimaron las emisiones de base al aire proveniente de la manufactura de adrillos en 0,003 g EQT/año.

$$\text{PCDD/PCDF de nivel basal liberados al aire en 2005 (g EQT/año)} = \text{Cantidad de ladrillos fabricados} \times \text{FE}_{\text{Aire}} =$$

$$= 15.000 \text{ t/año} \times 0,2 \text{ µg EQT/t} = 0,003 \text{ g EQT/año}$$

Actualización del inventario

El **inventario actualizado** se desarrolló en 2013, con base en los datos recogidos para el año de referencia 2010 y la metodología del Kit de herramientas revisada en 2013. Las tasas de actividad para esta fuente habían sido evaluadas a alrededor de 15.000 toneladas de ladrillos producidos anualmente para el año de base. Desde ese primer inventario se revisó el factor de emisión correspondiente y es mucho más bajo que el usado para el inventario inicial de referencia: el FE_{Aire} ahora es de 0,02 µg EQT/t de ladrillo producido usando tecnologías que no tienen tecnología de reducción de emisiones instalada y que usan combustibles no contaminados. Esto está en contraste con la cifra de 0,2 µg EQT/t que se había usado antes para esta tecnología. Además de esta categoría, hay nuevos factores de emisión para Productos (0,006 µg EQT/t) y Residuos (0,002 µg EQT/t). El vertido total anual con base en la metodología del Kit de herramientas de 2013 se determina como sigue:

$$\text{PCDD/PCDF liberados al aire en 2010 (g EQT/año)} = \text{Cantidad de ladrillos fabricados} \times \text{EF}_{\text{Aire}} =$$
$$= 15.000 \text{ t/año} \times 0,02 \text{ µg EQT/t} = 0,0003 \text{ g EQT/año}$$

Esto se aproxima a 0g EQT/año en las tablas excel.

$$\text{PCDD/PCDF a productos en 2010 (g EQT/año)} = \text{Cantidad de ladrillos fabricados} \times \text{EF}_{\text{Producto}} =$$
$$= 15.000 \text{ t/año} \times 0,006 \text{ µg EQT/t} = 0,00009 \text{ g EQT/año}$$

Esto es aproximadamente 0 g EQT/año en las tablas excel.

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

$$\begin{aligned} \text{PCDD/PCDF a residuos en 2010 (g EQT/año)} &= \text{Cantidad de ladrillos fabricados} \times EF_{\text{Residuo}} \\ &= 15.000 \text{ t/año} \times 0,002 \mu\text{g EQT/t} = 0,00003 \text{ g EQT/año} \end{aligned}$$

Esto es aproximadamente 0g TEQ/año en las tablas excel.

$$\text{TOTAL DE EMISIONES EN 2010} = \text{suma de TEQs liberados a los diferentes medios} = 0 \text{ g EQT/año}$$

Por lo tanto, con base en la metodología del Kit de herramientas de 2013, los niveles de emisión actualizados para esta categoría para el año de base 2010, cambia de 0,003g TEQ/año a 0g EQT/año.

Inventario inicial de referencia revisado

Con base en los nuevos datos disponibles, fue ahora posible estimar la producción total de ladrillos en el país que van a incluir ladrillos de la producción comercial y la producción artesanal, contra el año de base que solo tenía datos de las industrias de manufactura comercial. Esto dará una mejor estimación de la tasa de actividad que surge de esta categoría de la fuente.

Según los datos estadísticos, se construyen 35.000 unidades habitacionales por año y de estas, aproximadamente 16% se construyen usando ladrillos. Suponiendo que cada unidad habitacional usará aproximadamente 15.000 ladrillos y cada una que pesa aproximadamente 2,5kg, la tasa de actividad resultante será como sigue:

Cálculo de la tasa de actividad:

Número total de unidades habitacionales por año	=	35.000
El número total de unidades construidas con ladrillos es 16% del total	=	35.000 x 0,16
	=	5.600 unidades
Ladrillos usados por unidad aprox 15.000 y suponiendo 10% de desperdicio	=	15.000 + (15.000 x 0,1)
	=	16.500 ladrillos
Número total de ladrillos usados para 5600 unidades	=	16.500 x 5.600
	=	92.400.000 ladrillos
Total de toneladas de ladrillos producidos/año suponiendo 2.5kg por ladrillo	=	92.400.000 x 2.5/1000 toneladas
	=	231.000 toneladas

Al determinar las tasas de actividad según los datos de construcción, hay un nivel de incertidumbre que es inherente porque se usa un tamaño uniforme de unidad habitacional, suponiendo tamaños idénticos tanto para los ladrillos comerciales como artesanales y tampoco teniendo en consideración otros edificios que no son unidades residenciales pero que usan ladrillos en su construcción.

Cálculo de estimaciones de emisiones:

$$\begin{aligned} \text{PCDD/PCDF de base revisados liberados a aire (g EQT/año)} &= \text{Cantidad de ladrillos fabricados} \times EF_{\text{Aire}} \\ &= 231.000 \text{ t/año} \times 0,02 \mu\text{g EQT/t} = 0,005 \text{ g EQT/año} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PCDD/PCDF de base revisados a productos (g EQT/año)} &= \text{Cantidad de ladrillos fabricados} \times EF_{\text{Producto}} \\ &= 231.000 \text{ t/año} \times 0,006 \mu\text{g EQT/t} = 0,001 \text{ g EQT/año} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PCDD/PCDF de base revisados a residuos (g EQT/año)} &= \text{Cantidad de ladrillos fabricados} \times EF_{\text{Residuo}} = \\ &= 231.000 \text{ t/año} \times 0,002 \text{ } \mu\text{g EQT/t} = 0,00046 \text{ g EQT/año} \end{aligned}$$

Esto se aproxima a 0g EQT/año en las tablas Excel.

TOTAL DE EMISIONES EN 2005 = 0,006 g EQT/año

Con base en los factores de emisión revisados en el Kit de herramientas de 2013, y una mejora de los datos de las tasas de actividad, esta es una mejor estimación de las emisiones a causa de esta categoría para el año de base 2005.

Conclusión

Se recomienda revisar los niveles de emisiones de esta categoría, dado que los valores de los factores de emisión en el Kit de herramientas de 2013 pueden afectar los niveles de emisión por un orden de magnitud comparado con aquellos que habían sido determinados usando los factores de emisión anteriores. Es importante establecer tasas de actividad en la producción artesanal de ladrillos, especialmente en situaciones en las que no hay estadísticas de las tasas de producción y hay indicaciones que las tasas estimadas de producción artesanal son significativamente más elevadas comparado con la producción comercial. Las estadísticas de construcción pueden ayudar a llegar a una estimación razonable. También es importante establecer los tipos de combustibles usados, ya que el uso de los combustibles contaminados incide sobre el factor de emisión en un orden de magnitud.

Ejemplo de Inventario 6 Categoría de fuente 5 Transporte

Introducción

El objetivo de este caso de estudio es ilustrar el proceso de preparación, actualización y revisión de inventarios junto con los disparadores que pueden intervenir. Analizaremos un ejemplo hipotético de inventario del país X, y describiremos el procedimiento inicial para inventarios, su actualización y revisión, enfocándonos en la categoría de fuente 5 Transporte.

Inventario inicial

El país X prepara su primer inventario de dioxinas y furanos en 2006 en apoyo de la implementación del plan de acción, tal como requiere el Artículo 5 del Convenio y según el Artículo 7 del Plan Nacional de Aplicación. La información sobre la actividad de las distintas fuentes de PCDD/DFPC en el país X se recolectó para el año de referencia 2004 (año inicial). El inventario se desarrolla por medio de la aplicación de la metodología del Kit de herramientas 2005 y los factores de emisión especificados en esa versión del Kit de herramientas.

Las cuatro categorías de fuentes incluidas en esta categoría de fuente son relevantes para el país X en el año inicial. Se presentan más adelante.

De acuerdo con la metodología del Kit de herramientas 2005, las tasas de actividad del transporte deberán expresarse en volúmenes de combustible empleados en cada categoría de combustible y transporte. Durante el proceso de recolección de datos de la actividad, se encontró información sobre las cantidades reales de combustible usadas por el sector de transporte cada año (gasolina, etanol, diésel, queroseno, residuos de petróleo, combustible de aviación, etc.) al nivel nacional en la oficina nacional de estadísticas. Según esta información, en 2004 en el país X el sector del transporte usó 1.000.000 toneladas de gasolina, 500.000 toneladas de diésel, 100.000 toneladas de gasóleo pesado (residual), 50.000 toneladas de queroseno, 10.000 toneladas de gas licuado de petróleo y 5.000.000 m³ de gas natural comprimido. La información proporciona detalles sobre las cantidades de combustible por clase de combustible y sector (transporte terrestre, transporte ferroviario, maquinaria móvil en agricultura, construcción, industria forestal, etc.).

Sin embargo, no hay información pública sobre la distribución de gasolina con plomo y sin plomo; tampoco hay información sobre la distribución del consumo de combustible por categoría de vehículo (4 tiempos y 2 tiempos) y su clase ecológica (sin catalizador y con catalizador).

Para complementar esta información y obtener estimaciones de la distribución del combustible con un mayor grado de confiabilidad, se enviaron cuestionarios a las oficinas principales y a los mayores consumidores de combustible del país: el Ministerio de Transporte, el Ministerio de Comercio, el Departamento de Policía, el departamento de transporte ferroviario, la compañía de aviación. El objetivo de los cuestionarios era el de obtener información más detallada sobre la flota de vehículos.

Se estableció entonces que hay información, mediante solicitud, del número de vehículos registrados por categoría de vehículo. Se obtuvo también información del año de producción de los automóviles

Enero de 2013

registrados, pero no se encontró una clasificación de vehículos por característica ecológica (con o sin catalizador).

De acuerdo con la información obtenida por el autor del inventario, se importaron 100.000 toneladas de gasolina con plomo en 2004, pero no se pudo obtener la distribución entre vehículos de 4 y 2 tiempos. Los cuestionarios mostraron que los vehículos de 2 tiempos se cargan más a menudo con gasolina con plomo en comparación con los vehículos de 4 tiempos; se empleó un criterio experto para estimar la distribución de gasolina con plomo entre vehículos de 4 y 2 tiempos; el supuesto fue de 80%:20%. Para la distribución de combustible por tipo de vehículo se estimaron sustitutos usando la información sobre el número de automóviles registrados de acuerdo con el tipo y consumo de combustible específico por unidad.

Para la distribución de vehículos de acuerdo con sus características ecológicas se usó información sobre la edad de los vehículos. Se empleó la hipótesis que los vehículos importados de la Comunidad Europea cumplen con la clase Euro más alta que estaba en vigor en el momento de producción del vehículo. Además, los cuestionarios permitieron calcular la distribución de vehículos según el año de producción, y a través de esto, por clases Euro.

La cantidad de gasolina consumida se distribuyó entonces en motores de 4 y 2 tiempos, en número de vehículos en la categoría, y el consumo específico promedio de combustible fue de 95 y 5%.

Todos los motores diésel se asignaron a la categoría 5c – motores diésel, incluyendo los vehículos livianos y pesados, los de transporte ferroviario, construcción, agricultura y maquinaria móvil diversa.

Se aplicó los factores de emisión del Kit de herramientas 2005 correspondientes a estas cuatro categorías de fuente, y las estimaciones de las liberaciones se obtuvieron multiplicando las tasas de actividad por los factores de emisión. Los resultados se presentan en la tabla que figura a continuación. No se encontraron factores de emisión de PCDD/DFPC para aeronaves (queroseno, jet fuel etc.) ni para vehículos de gas licuado de petróleo y gas natural comprimido, por lo tanto no se evaluó la liberación de estas fuentes.

Las liberaciones totales al aire del sector del transporte en 2004 fueron de 0,968 g EQT. No se contabilizaron las emisiones a otros medios.

Inventario de nivel de base (año de referencia: 2004)

5 - Transporte		Tasa de actividad t/año	FE Aire (µg EQT/t)	Vertido anual (g EQT/a)				
Categoría de fuentes				Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
A	Motores de 4 tiempos	1000000						
	Combustible sin plomo	80000	2,2	0,176				
	Combustible sin plomo sin catalizador	720000	0,1	0,072				

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

	Combustible sin plomo con catalizador	100000	0,00	0				
B	Motores de 2 tiempos	100000		-				
	Combustible con plomo	20000	3,5	0,07				
	Combustible sin plomo sin catalizador	80000	2,5	0,2				
C	Motores Diésel	500000	0,1	0,05				
D	Motores a hidrocarburos pesados	100000	4	0,4				
TOTAL para el grupo de fuentes				0,968				

Actualización del inventario

A comienzos del 2007, el país X implementa un plan de acción a efectos de reducir las emisiones no intencionales de COP, como parte de su Plan Nacional de Aplicación. Se toman medidas para reducir las emisiones provenientes del transporte, en especial medidas para la eliminación gradual de la gasolina con contenido en plomo, modernización de la flota de vehículos (implementación de normas más estrictas para vehículos, mayores impuestos a la importación de autos obsoletos, programas de reemplazo de vehículos obsoletos etc.). En el 2013, el país X actualizó su inventario para poder evaluar el éxito de las medidas implementadas. Se recaudaron datos correspondientes al año de referencia 2010, y se fijó el inventario de acuerdo a la metodología del Kit de Herramientas, de acuerdo a su versión corregida del 2013.

Como primer paso en el proceso de actualización del inventario, el examen del inventario de referencia debe poder mostrar al autor del inventario dónde puede encontrarse la información, qué áreas necesitan extrapolación y juicio técnico para que puedan saldarse las brechas. Se utilizó el mismo enfoque con el inventario actualizado de acuerdo a la referencia, el cual se basó en datos estadísticos provenientes de las mismas fuentes y cuestionarios selectivos enviados a los principales ministerios, agencias y asociaciones.

De acuerdo al nuevo grupo de datos, la cantidad total de combustible utilizado para el transporte en el 2010 fue de 2.400.000 toneladas, registrando un aumento de 50% desde el 2004. La gasolina con contenido en plomo fue gradualmente eliminada y la cantidad de combustible utilizada para motores de 2 tiempos se redujo en un 30%. Se implementó un programa para modernizar la flota automotriz, y como resultado, la cantidad de vehículos de 4 tiempos con catalizadores aumentó en un 20%. Los vehículos a etanol reemplazaron parte de los vehículos a gasolina. El consumo de etanol se estima actualmente en unas 100.000 toneladas. Esta nueva información mostró que 20% de los vehículos

Enero de 2013

todavía utilizan un catalizador inadecuado o no utilizan ningún catalizador y no se consideraron como equipados con catalizador. El combustible diésel fue reemplazado parcialmente por el biodiésel (se utilizaron 35000 toneladas de biodiésel en el 2010).

La literatura disponible ha demostrado que los vehículos a etanol tienen un factor de emisión menor que los vehículos a gasolina, y que los vehículos a biodiésel emiten menos PCDD/PCDF que los vehículos a diésel. Por lo tanto, el factor de emisión para los vehículos a etanol equipados con catalizadores es cercano a cero, y el factor de emisión para los vehículos a biodiésel es de 0,07 µg EQT/t.

A continuación se muestran los **resultados del inventario de emisiones actualizado (año de referencia: 2010)**.

5 – Transporte		Tasa de actividad, t/año	FE (µg EQT/t)	Vertido anual (g EQT/a)				
Categoría de fuentes				Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
A	Motores de 4 tiempos	1500000						
	Combustible con plomo	0	2,2	0				
	Combustible sin plomo sin catalizador o con catalizador inadecuado	1080000	0,1	0,108				
	Combustible sin plomo con catalizador	320000	0,001	0,00032				
	Etanol con catalizador	100000	0,0007	0,00007				
b	Motores a dos tiempos	120000						
	Combustible con plomo	0	3,5	0				
	Combustible sin plomo sin catalizador	120000	2,5	0,3				
c	Motores Diésel	700000						
	Diésel regular	665000	0,1	0,067				
	Biodiésel (20% biofuel)	35000	0,07	0,002				

Enero de 2013

d	Motores a hidrocarburos pesados	100000	2	0,2				
Total para el grupo de fuentes				0,677				

Las emisiones totales de dioxina y furano fueron de 0,677 g EQT en 2010.

Revisión del inventario inicial de referencia

La revisión del inventario inicial de referencia es necesaria para asegurar la consistencia en las tendencias de emisiones con el paso del tiempo. En este ejemplo hay que revisar las estimaciones para dos categorías de fuentes que pertenecen al grupo de transporte.

Con la actualización del inventario en 2013, el país X descubre nueva información sobre el consumo de gasolina con plomo por motores de 4 y 2 tiempos, que necesita ser incorporado en el inventario inicial de referencia. El autor del inventario tiene que valorar retrospectivamente la tasa de actividad para esta fuente y para el año de línea de base para permitir la comparación de las estimaciones de emisiones de 2004 y 2010. Se volvió a valorar así el volumen de combustible con plomo quemado en motores de 4 y 2 motores en 2004.

Las tasas de actividad para los combustibles con plomo del año de inicio de referencia a 150.000 t para vehículos de 4 tiempos y 50000 t para los de 2 tiempos, y la introducción de los factores de emisión revisados para vehículos a gasolina y etanol con catalizador y para hidrocarburos pesados, en el cuadro a continuación se presentan estimaciones de las emisiones de la línea de base:

Inventario inicial de referencia revisado (año de referencia: 2004)

5 - Transporte		Tasa de actividad (t/año)	FE (µg EQT/t)	Vertido anual (g EQT/a)				
Categoría de fuentes				Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
a	Motores de 4 tiempos	1.000.000						
	Combustible sin plomo	150.000	2,2	0,33				
	Combustible sin plomo sin catalizador o con catalizador inadecuado	720.000	0,1	0,072				
	Combustible sin plomo con catalizador	100.000	0,001	0,0001				
b	Motores de 2 tiempos	100.000						
	Combustible con plomo*	50.000	3,5	0,175				
	Combustible sin plomo sin catalizador	80.000	2,5	0,2				
C	Motores Diésel	500.000	0,1	0.05				

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

d	Motores a hidrocarburos pesados	100.000	2	0,2				
Total para el grupo de fuentes				1.027				

La emisión total correspondiente de dioxina y furano revisada para el año de base 2004 fue de 1,027 g EQT.

Los resultados muestran una disminución de 34% de las emisiones totales del grupo 5 - Transporte. Si la nueva información no fue incorporada para revisar la estimación de emisiones de la línea de base, la tendencia resultante no habría sido la misma, con una reducción de las emisiones de solo 9%. Los resultados del inventario muestran que a pesar del aumento del consumo de combustible en motores en un país X, los incentivos para ir gradualmente haciendo desaparecer la gasolina con plomo, pasándose a etanol y mejorando la flota vehicular fueron medidas importantes para reducir las emisiones generales de PCDD/PCDF del sector transporte.

Esta valoración se obtuvo aplicando el mismo enfoque del inventario y el mismo conjunto de factores de emisión, por lo que los resultados son directamente comparables y las tendencias con el tiempo son congruentes.

Enero de 2013

Categoría de Fuente	Clase de fuente	Tasa de actividad (t/año)	Vertido anual (g EQT/a)					Total
			Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo	
Quema de biomasa	Quema de residuos agrícolas, malas condiciones de combustión	300.000	9		3			11
	Quema de caña de azúcar	100.000	0,4		0,005			0,4
	Incendios forestales	3.000.000	3		0,45			3,45

La comparación entre el inventario actualizado y revisado muestra con exactitud que las emisiones que surgen de la quema de residuos agrícolas y de caña de azúcar están en un nivel constante desde 2004. Solo las emisiones de incendios forestales bajaron un tercio, correspondiendo a una disminución equivalente en las tasas de actividad.

6a Quema de residuos e incendios accidentales

El recálculo de las estimaciones de emisiones de esta categoría de la fuente se hace simplemente multiplicando los niveles de actividad de la línea de base tomando los factores de emisión revisados de la metodología de 2013. Como no se ha obtenido ninguna información nueva o corregida que pudiera incidir en las estimaciones de los niveles, estos son los mismos que en el inventario de 2004: se queman 60.000 toneladas de residuos domiciliarios anualmente. Las estimaciones de emisiones iniciales de referencia revisadas se muestran en el cuadro a continuación:

Categoría de fuente	Clase de fuente	Tasa de actividad (t/año)	Vertido anual (g EQT/a)					Total
			Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo	
Quema de residuos e incendios accidentales	Quema a cielo abierto de residuos domiciliarios	60.000	2,4		0,06			2,5

Los resultados demostraron que entre 2004 y 2010 hubo un aumento real de las emisiones de 2,5 a 2,9 g EQT/año. Si se revisara la estimación inicial usando los mismos factores de emisión para el cálculo, sería absolutamente errónea la conclusión de que hubo una reducción en las liberaciones entre 2004 y 2010.

Conclusión

Los factores de emisión del Kit de herramientas para la quema a cielo abierto se revisaron en un grado significativo desde la edición 2005, y se agregaron nuevas clases de fuente a las categorías respectivas.

Enero de 2013

Estos dos factores probablemente dispararán la necesidad de revisar las estimaciones iniciales en la mayoría de los casos. Además, la revisión del enfoque que se usó en el inventario inicial proporciona información útil sobre cómo estimar las tasas de actividad para esta categoría de fuente. La información sobre la quema a cielo abierto es muy limitada al nivel del país, y se deberá aplicar criterios expertos para llenar esos vacíos. La verificación de los supuestos empleados en el inventario inicial para estimar las tasas de actividad y aplicar los mismos supuestos en el inventario actualizado también obtiene resultados y tendencias consecuentes a lo largo del tiempo.

Ejemplo Inventario 8 Categoría de Fuente 7 Producción y uso de productos químicos y artículos de consumo

Introducción

El propósito de este trabajo es ilustrar el proceso de preparación, actualización y revisión de los inventarios, enfocados a la producción y uso de químicos. Proporciona un ejemplo hipotético del inventario de un país X, con detalles prácticos de actualización y revisión del inventario para evaluar las tendencias de las liberaciones en el transcurso del tiempo.

El país X desarrolló el inventario inicial de las dioxinas en 2004 para apoyar la implementación del plan de acción según dispone el Artículo 5 del Convenio de Estocolmo. La información de la actividad de las distintas fuentes de dioxinas se recolectó para el año de referencia 2004 (año inicial). Los datos de la actividad se obtuvieron del libro de estadísticas anuales. El inventario se prepara aplicando la metodología del Kit de herramientas 2005 y los factores de emisión especificados en la edición 2005 del Kit de herramientas.

En este inventario de muestra se detalla el proceso de preparación del inventario para la industria de productos químicos, y proporciona directrices útiles en la estimación de las liberaciones de PCDD/DFPC para esta categoría de fuente.

Inventario inicial para la categoría de fuente 7b

El inventario inicial del país X se preparó en 2004, usando los datos recolectados para el año de referencia 2004, de acuerdo con los factores de emisión incluidos en la metodología del Kit de herramientas 2005.

Tasas de actividad

En cuanto al pentaclorofenol (PCP) y los policlorobifenilos (PCB), la producción y uso de PCP y PCB se prohibió en el país X durante muchos años, y por ende no hubo producción de estos productos químicos durante el año inicial. La producción de PCP-Na fue de 2.000 toneladas.

En el país X los plaguicidas clorados ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) y 2,4,6-triclorofenol se usaban como herbicidas. En 2004 la producción de 2,4-D y 2,4,6-triclorofenol en el país X fue de 16.000 y 800 toneladas respectivamente. No hubo producción de otros productos químicos de la categoría 7b en el país X en el año inicial 2004.

En lo que se refiere al cloranil, en 2004 había tres plantas en el país X. La Planta A producía *p*-cloranil mediante la cloración de fenol. La Planta B fabricaba *p*-cloranil por medio de hidroquinona, y la Planta C producía *o*-cloranil mediante la cloración de fenol. Los niveles de actividad fueron de 300, 1.000, y 400 toneladas para las Plantas A, B, y C respectivamente.

En cuanto a los clorobenzenos, los niveles de actividad fueron de 6.000, 22.000 y 6.000 toneladas para el *p*-diclorobenzeno, *o*-diclorobenzeno y 1,2,4-triclorobenzeno respectivamente.

En 2004 la producción de álcalis de la industria de cloro-álcalis en el país X fue de unas 10,6 millones de toneladas. Entre ellas, se produjeron unas 20.000 toneladas de álcalis usando ánodos de grafito. La otra

Enero de 2013

producción de álcalis del país X era con tecnología de membranas. No hubo formación y emisión de dioxinas durante la producción de cloro-álcalis por medio de la tecnología de membranas.

La producción de PVC del país X fue de unas 800.000 toneladas, manufacturadas en plantas modernas (de la clase 2 de instalaciones EDC/ VCM /PVC). Unas 4.53 millones de toneladas de la producción de PVC fueron de la categoría 3 (sólo PVC).

Estimación de las dioxinas de la fuente 7b en el país X

Las estimaciones de las liberaciones se efectuaron suponiendo una relación lineal entre la intensidad de la actividad y las emisiones derivadas de esta actividad.

Emisiones al aire

Los factores de emisión al aire de la fuente 7b estaban disponibles únicamente para la clase 2 y 3 de EDC/VCM/PVC de la metodología del Kit de herramientas 2005. Las liberaciones al aire de la fuente 7b se calcularon usando la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} &\text{Liberación de dioxinas al aire} \\ &= \sum_{i=1}^n \text{niveles de actividad para clase } i \times \text{factor de emisión al aire para clase } i \\ &= 800\,000 \text{ t} \times 0,4 \mu\text{g EQT/t (Plantas modernas, EDC/VCM o EDC/VCM/PVC)} + 4\,530\,000 \text{ t} \\ &\quad \times 0,0003 \mu\text{g EQT/t (solo PVC)} \\ &= 0,32 \text{ g} \end{aligned}$$

Emisiones al agua

Para la fuente 7b, solo se disponía de los factores de emisión al agua para las clases 2 y 3 de EDC/VCM/PVC en la metodología del Kit de herramientas de 2005. Las emisiones al agua se calcularon usando la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} &\text{Liberación de dioxinas al agua} \\ &= \\ &\sum_{i=1}^n \text{niveles de actividad para clase } i \times \\ &\quad \text{factor de emisión al agua para la clase } i \\ &= 800\,000 \text{ t} \times 0,5 \mu\text{g EQT/t (Plantas modernas, EDC/VCM o EDC/VCM/PVC)} + 4\,530\,000 \text{ t} \\ &\quad \times 0,03 \mu\text{g EQT/t (solo PVC)} \\ &= 0,536 \text{ g} \end{aligned}$$

Emisiones al suelo

No se disponía de los factores de emisión para la emisión de dioxina al suelo en la metodología del Kit de herramientas de 2005. Por ende, no se esperaba emisión al suelo para la fuente 7b de acuerdo a la metodología del Kit de herramientas de 2005.

Emisiones en productos

Enero de 2013

PCDD/PCDF emisiones en producto fueron la vía de emisión dominante para la fuente 7b. La emisión de dioxinas en productos de la fuente 7b fue estimada en 157,57 g según la ecuación abajo descrita.

Emisión de dioxinas en productos

=

$\sum_{i=1}^n$ niveles de actividad para la clase i ×
factor de emisión en productos para la clase i

= 2 000 t × 500 µg EQT/t (PCP-Na) + 800 t × 700 µg EQT/t (2,4,6-triclorofenol)
+ 16 000 t × 700 µg EQT/t (2,4-D) + 300 t × 400 000 µg EQT/t (p-cloranil via cloración de fenol) + 1 000 t × 100 µg EQT/t (p-cloranil via hidroquinona) + 400 t × 60 000 µg EQT/t (o-cloranil via cloración de fenol) + 6 000 t × 39 µg EQT/t (p-diclorobenceno) + 800 000 t × 0,03 µg EQT/t (Plantas modernas, EDC/VCM o EDC/VCM/PVC) + 4 530 000 t × 0,1 µg EQT/t (solo PVC)

= 157.57 g

Emisión en Residuos

Las emisiones de PCDD/PCDF en residuos fueron importantes en 2005. Los factores de emisión de dioxinas en residuos de la fuente 7b estuvieron disponibles para la producción de clorobencenos, producción de cloro/alcali, y EDC/VCM/PVC según la metodología del Kit de herramientas de 2005. Es así que la emisión estimada de PCDD/PCDF en residuos de la fuente 7b fue de 46.91 g.

Emisión de dioxinas en residuos

=

$\sum_{i=1}^n$ niveles de actividad para la clase i ×
factor de emisión en residuos para la clase i

= 6 000 t × 3 000 µg EQT/t (1,2,4-triclorobenceno) + 20 000 t × 1 000 µg EQT/t (Producción de cloro-álcali usando ánodos de grafito) + 800 000 t × 10 µg EQT/t (Plantas modernas plants, EDC/VCM o EDC/VCM/PVC) + 4 530 000 t × 0,2 µg EQT/t (solo PVC)

= 46.91 g

Se calculó que la emisión total de dioxina de la fuente 7b por cinco vías de emisión diferentes era de 205.33 g. El inventario de emisiones para la fuente 7b se presenta en el siguiente cuadro.

Emisión total de dioxina = Emisión al Aire + Emisión al Agua + Emisión al Suelo + Emisión en Productos + Emisión en Residuos = 0,32 g + 0,536 g + 157,57 g + 46,91 g = 205,33 g

Inventario de inicio (año de referencia 2004)

Clase	Categoría de fuente 7b	Producción t/a	Vertido anual				
			g EQT/a	g EQT/a	g EQT/a	g EQT/a	g EQT/a
	Producción y uso de productos químicos		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
	Industria química		0,321	0,536		157.571	46.906

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

1	PCP Producción europea, estadounidense (cloración de fenol con Cl ₂)	2.000 0				1.000 0	
2	Producción china (termólisis de HCH)	0				0	
3	PCP-Na	2.000				1.000	
1	PCB Baja cloración, ej.: Clofen A30, Aroclor 1242	0				0	
2	Cloración media, ej.: Clofen A40, Aroclor 1248	0				0	
3	Cloración media, ej.: Clofen A50, Aroclor 1254	0				0	
4	Cloración alta, ej.: Clofen A60, Aroclor 1260	0				0	
1	Plaguicidas clorados Ácido 2,4,5-Triclorofenoxi acético puro (2,4,5-T)	16.800 0				11.760 0	
2	2,4,6-Triclorofenol	800				0,560	
3	Diclorprop	0				0	
4	Ácido 2,4-Diclorofenoxi acético (2,4-D)	16.000				11.200	
5	Éter 2,4,6-Triclorofenil-4.-nitrofenil (CNP = cloronitrofen)	0				0	
	Tecnología vieja	0				0	
	Tecnología nueva	0				0	
1	Cloranil p-cloranil via cloración de fenol	1.700 300				144.100 120.000	
2	p-cloranil via hidroquinona	1.000				0,100	
3	Colorantes basados en cloranil (proceso viejo, Clase 1)	0				0	
4	o-cloranil via cloración de fenol	400				24.000	
1	Clorobencenos p-Diclorobenceno	34.000 6.000				0,234 0,234	18
2	o-Diclorobenceno	22.000				NA	
3	1,2,4-Triclorobenceno	6.000				NA	18
	Producción de cloro/cloro-álcali Producción de cloro-álcali usando ánodos de grafito	20.000 20.000					20 20
1	ECD/VCM/PVC Tecnología antigua, EDC/VCM, PVC	5.330.000 0	0,3	0,5		0,477	9
2	Plantas modernas, EDC/VCM o EDC/VCM/PVC	800.000	0,32	0,400		0,024	8
3	Solo PVC	4.530.000	0,0014	0,1359		0,453	0.9
Categoría 7b (Total por vector)			0,321	0.536		157.571	46.906
Categoría 7b (Total general)			205.33				

Actualización y revisión del inventario

El inventario actualizado del País X fue desarrollado usando datos de los niveles de actividad recogidos para el año de referencia 2010, de acuerdo a los factores de emisión actualizados en el Kit de herramientas de 2013. El Kit de herramientas revisado incluye cambios estructurales importantes en la clasificación de fuentes en el sector de la industria química, factores de emisión nuevos o revisados para un número de fuentes, así como categoría de fuentes y clases adicionales.

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

Los niveles de actividad de producción de productos químicos son los mismos que en el año de referencia inicial y las estimaciones de emisiones correspondientes se resumen en el siguiente cuadro usando el Kit de herramientas de 2013 y los factores de emisión correspondientes.

Inventario actualizado (año de referencia 2010)

Clase	Categoría de fuentes	Producción t/a	Vertido anual				
			g EQT/a	g EQT/a	g EQT/a	g EQT/a	g EQT/a
7b	Productos químicos inorgánicos clorados						
	<i>Elemental chlorine producción (por ton ECU)</i>		0,0	0,0	0,0	0,0	20,0
		20.000	0	0	0	0	20
1	Producción de cloro-álcali usando ánodos de grafito	20.000					20
2	Producción de cloro-álcali usando electrodos de titanio						
2a	Tecnologías simples			0			0
2b	Tecnologías intermedias			0			0
2c	Tecnologías complejas			0			0
7c	Productos químicos alifáticos clorados						
	<i>EDC/VCM y EDC/VCM/PVC (por ton EDC)</i>		0.5	0,4	0,0	0,0	0,4
		800.000	0,040	0,400	0,000	0,000	0,076
1	Tecnologías simples						
1a	Con catalizador de oxícloración de lecho fijo		0,000	0,000		0,000	0,000
1b	Con catalizador de oxícloración de lecho fluidificado		0,000	0,000		0,000	0,000
2	Tecnologías intermedias						
2a	Con catalizador de oxícloración de lecho fijo		0,000	0,000		0,000	0,000
2b	Con catalizador de oxícloración de lecho fluidificado		0,000	0,000		0,000	0,000
3	Tecnologías complejas						
3a	Con catalizador de oxícloración de lecho fijo	800.000	0,040	0,400			0,076
3b	Con catalizador de oxícloración de lecho fluidificado		0,000	0,000			0,000
	<i>solo PVC (por ton PVC producto)</i>	4.530.000	0,453	0,014	0,000	0,000	0,281
1	Tecnologías simples		0,000	0,000			0,000
2	Tecnologías intermedias	4.530.000	0,453	0,014			0,281
3	Tecnologías complejas		0,000	0,000			0,000
7d	Productos químicos aromáticos clorados (por ton producto)						
	<i>Clorobencenos</i>	28.000	0,0	0,0	0,0	455.4	0,0
		28.000	0,000	0,000	0,000	1.092	0,000
1	1,4-Diclorobenceno	28.000				1.092	
	<i>PCB</i>	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	Baja cloración, Clofen A30, Aroclor 1242					0,000	
2	Cloración intermedia, Clofen A40, Aroclor 1248					0,000	
3	Cloración intermedia, Clofen A50, Aroclor 1254					0,000	
4	Cloración alta, Clofen A60, Aroclor 1260					0,000	
	<i>PCP y PCP-Na</i>	2.000	0,000	0,000	0,000	25.000	0,000
1	PCP					0,000	
2	PCP-Na	2.000				25.000	

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

1	2,4,5-T y 2,4,6- triclorofenol	800	0,000	0,000	0,000	0.560	0,000
2	2,4,5-T					0,000	
2	2,4,6- triclorofenol	800				0.560	
1	Cloronitrofen (CNP)	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	Tecnologías antiguas					0,000	
2	Tecnologías nuevas					0,000	
1	Pentacloronitrobenceno (PCNB)	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	Tecnologías simples					0,000	
2	Tecnologías intermedias					0,000	
3	Tecnologías complejas					0,000	
1	2,4-D y derivados	16.000	0,000	0,000	0,000	2.720	0,000
1	Tecnologías simples					0,000	
2	Tecnologías intermedias	16.000				2.720	
3	Tecnologías complejas					0,000	
1	Parafinas cloradas	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	Tecnologías simples						
2	Tecnologías intermedias					0,000	
3	Tecnologías complejas					0,000	
1	P-Cloranil	2.000	0,000	0,000	0,000	1900.000	0,000
1	Cloración directa del fenol	1.000				400.000	
2	Cloración de hidroquinona con purificación mínima					0,000	
3	Cloración de hidroquinona con purificación moderada	1.000				26.000	
4	Cloración de hidroquinona con purificación avanzada					0,000	
1	Ftalocianina colorantes y pigmentos	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	Ftalocianina cobre					0,000	
2	Ftalocianina verde					0,000	
1	Colorantes y pigmentos de dioxazina	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	Azul 106					0,000	
2	Azul 108					0,000	
3	Violeta 23					0,000	
1	Triclosan	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	Tecnologías simples					0,000	0,000
2	Tecnologías intermedias					0,000	
3	Tecnologías complejas					0,000	
7e	Otro producto químico clorado y no clorado(por ton producto)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	TiCl4 y TiO2	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	Tecnologías simples			0,000		0,000	0,000
2	Tecnologías intermedias			0,000		0,000	0,000
1	Caprolactam	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	Caprolactam		0,000	0,000			
Industria química (categorías 7b a 7e)			0,493	0,414	0,000	455.372	20.357
Industria química (Total general)			476.635				

Aunque las tasas de actividad permanecieron constantes desde 2004, la diferencia entre las liberaciones iniciales y las liberaciones actualizadas es consecuente: 476,63 – 205,33 = 271,3 g EQT. En particular, las

liberaciones de producto son dos veces más altas que los valores iniciales. Esto se debe únicamente a las modificaciones de los factores de emisión del Kit de herramientas, ya que las tasas de actividad permanecieron a niveles constantes desde 2004. Para asegurar que los resultados sean consistentes a través del tiempo, las estimaciones de las liberaciones iniciales deben ser revisadas de acuerdo con los factores de emisión del Kit de herramientas 2013, demostrando que la diferencia entre los valores de 2010 y 2004 es, como se espera, nula.

Conclusión

Se ha integrado nuevos datos e información a la edición revisada del Kit de herramientas 2013, y se ha hecho cambios importantes a los factores de emisión y a la clasificación de las fuentes de la industria química. La actualización del inventario para esta categoría de fuente deberá ser acompañada de una revisión de los valores iniciales para permitir la evaluación consistente de las tendencias de las liberaciones a través del tiempo.

E Ejemplo Inventario 9 Categoría de fuente 8 Otros

I. Categoría de fuente 8b Cremaciones

Este ejemplo de inventario tiene por objeto mostrar el proceso de preparación, actualización y revisión de inventarios para la categoría de fuente 8: Otros, categoría de fuente 8b: Incineradoras. Este trabajo proporciona un ejemplo hipotético de un país X que compila datos para el inventario de incineradoras como parte del plan de acción en el marco del Plan Nacional de Aplicación (PNA), de acuerdo con el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP).

Inventario básico

El inventario básico del país X se preparó en 2005 usando los datos recolectados de 2004 (el año de referencia); la cantidad de liberaciones de PCDD/DFPC y residuos al aire se calculó usando el Kit de herramientas normalizado para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas y furanos, PNUMA 2005.

Según el país X, las cremaciones se llevan a cabo fundamentalmente como tradición budista, por lo tanto se obtuvo los registros de las Estadísticas Nacionales de religión y defunciones para 2004, así como la cantidad y la lista de templos budistas que tienen crematorios. Según el país X, el 75,82% de las muertes derivaron en cremaciones. Se envió cuestionarios a estos templos para obtener información más detallada como la clase y temperatura de las cámaras de combustión y post-combustión, la duración de la operación, el sistema de eliminación del polvo, el sistema de control de la contaminación del aire, el tipo y la cantidad de combustible, y la cantidad de cremaciones anuales.

Los crematorios se clasificaron en 3 categorías, de acuerdo con las tecnologías en uso, en base a la información obtenida de los cuestionarios, que fueron complementados con visitas de campo, como sigue:

- La Categoría 1 (sin control) se refiere a los crematorios en los que la temperatura de combustión es inferior a los 850 °C, con el flujo del aire de combustión sin control y sin sistemas de limpieza de los gases. Los ataúdes son decorados con materiales plásticos o fabricados con madera tratada;

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

- La Categoría 2 (control medio) se refiere a los crematorios en los que la temperatura de combustión es mayor a 850°C, con el flujo del aire de combustión controlado y que únicamente tienen sistemas de remoción del polvo. Los ataúdes no contienen materiales plásticos o madera tratada;
- Categoría 3 (control óptimo) se refiere a los crematorios en los que la temperatura de combustión es mayor a los 850°C, con el flujo del aire de combustión controlado y sistemas de control de la contaminación aérea (APCS).

La información de las categorías 1, 2 y 3 está segregada. A continuación la tasa de actividad o producción (t/a) de los crematorios de cada categoría se multiplica por un factor de emisión de PCDD/DFPC para obtener la cantidad de liberaciones de PCDD/DFPC y residuos al aire según se muestra a continuación:

	Categorías de fuente	Actividad (t/a)	Liberaciones anuales (g I-EQT/a)				
			Aire	Agua	Tierra	Producto	Residuo
	8 Otros						
	8b Crematorios						
1	Sin control	238,455	21.46				ND
2	Control medio	15,333	0,15				0,04
3	Control óptimo	0	0,00				0,00
	Total de Crematorios	253,788	21.61	0,00	0,00	0,00	0,04

Actualización del inventario y revisión de los datos iniciales

Las mediciones incluidas en el plan de acción para los crematorios se basan en las mejores técnicas disponibles, teniendo en cuenta tanto los aspectos ambientales (p.ej. sistemas de control de la contaminación aérea apropiados) y la tecnología (p.ej. temperatura mínima, tiempo de residencia y requisitos de contenido de oxígeno). Además de implementar estas medidas, el país X debe evaluar si las liberaciones de PCDD/DFPC de esta fuente disminuyeron con el tiempo. Por lo tanto en 2011 se actualiza el inventario para evaluar los cambios en las liberaciones derivados de la implementación de las mejores técnicas y mejores prácticas disponibles. Se recolectó información de 2010 (año de referencia). Durante el proceso de actualización del inventario se encontró que se instalaron 20 crematorios nuevos con controles óptimos para liberaciones de PCDD/DFPC (categoría 3) en varias regiones del país X. Se enviaron cuestionarios tanto a los crematorios nuevos como a los existentes para obtener información actualizada sobre su producción o tasas de actividad, la temperatura y duración del proceso de cremación, el uso de combustible, el sistema de control de la contaminación aérea, y para evaluar/reclasificar estas instalaciones de acuerdo con su perfil de tecnología y niveles de actividad actuales. Se aplicó el mismo enfoque que se empleó en el inventario inicial, y el resultado fue que el 30% de los crematorios que se clasificó en la categoría 1 en el inventario inicial se reclasificó en la categoría 2, y el 5% de los crematorios que se clasificó como categoría 2 en el inicio se reclasificó en la categoría 3.

Enero de 2013

Los resultados demuestran que aunque la cantidad de crematorios del país X aumentó entre 2004 y 2010, las liberaciones de PCDD/DFPC disminuyeron en el mismo período como resultado de la sustitución por las mejores técnicas disponibles para crematorios:

	Categorías de fuente	Actividad (t/a)	Liberaciones anuales (g I-EQT/a)				
			Aire	Agua	Tierra	Producto	Residuo
	8 Otros						
	8b Incineradoras						
1	Sin control	99.000	8.91				ND
2	Control medio	152.000	1.52				0,38
3	Control óptimo	50.000	0,02				0,12
	Total de Crematorios	253,788	10,45				0,5

El país X también está preparando una campaña de medición de PCDD/DFPC propia para recolectar y analizar muestras de varias instalaciones y refinar los factores de emisión empleados para calcular las liberaciones. Una vez que se generen los datos de emisión y se deriven de ellos nuevos factores de emisión, el país X revisará el inventario por medio de la aplicación de la misma serie de factores de emisión revisados, con base en sus propias mediciones, para permitir una evaluación consistente de las tendencias de las liberaciones a través el tiempo.

Conclusión

Para actualizar el inventario de PCDD/DFPC es necesario revisar el inventario inicial o los inventarios anteriores para mantener la coherencia y cerciorarse de que las estimaciones obtenidas son comparables a lo largo del tiempo. La calidad de los datos es importante; por lo tanto, es esencial revisar y actualizar los datos obtenidos de las estadísticas nacionales, los cuestionarios y las visitas de campo. Más específicamente, es importante tener en cuenta todos los factores, tales como la clase de madera que se utiliza para fabricar los ataúdes, los conservantes que se emplean para tratar la madera y las decoraciones plásticas que se agregan a los ataúdes, todas las cuales contribuirían a que las emisiones de PCDD/DFPC y residuos al aire sean mayores.

II. II. Categoría de fuente 8d Limpieza en seco

Introducción

Las dioxinas y los furanos emitidos por los procesos de limpieza en seco se encuentran en los residuos de la destilación de los disolventes y en los filtros. Los factores de emisión de PCDD/DFPC que se encuentran en la literatura pertinente suelen expresarse en relación con la cantidad de residuo del proceso de reciclado de disolventes. Dependiendo de la eficiencia de los equipos, los fondos van desde un polvo seco a sedimentos mojados que contienen algo de disolvente y el material filtrado.

Como se muestra en el Kit de herramientas, una tonelada de residuo de una máquina de limpieza en seco puede contener entre 50 µg EQT a 3000 µg EQT de PCDD/DFPC, dependiendo de la naturaleza de las telas y tejidos tratados y la cantidad de contaminación que contienen.

Para evaluar las liberaciones de PCDD/DFPC de la industria de limpieza en seco a nivel del país usando el método del Kit de herramientas, se debe estimar la cantidad de residuos generados y la naturaleza

Enero de 2013

relativa de los tejidos limpiados (textiles pesados o contaminados / textiles normales). En la mayoría de los países es difícil encontrar esos datos para completar el inventario.

En caso de ausencia de datos, las siguientes consideraciones pueden ayudar en la estimación de estos valores:

- En un estudio de la EPA en Estados Unidos, se informó que una máquina de limpieza en seco promedio (16 kg de telas por hora/1890 kg por mes) genera un promedio de 183 kg de residuos en el fondo del equipo; una aproximación a la cantidad de residuo generado podría ser 1 kg/10 kg de textiles ;
- La razón entre los textiles pesados y los textiles normales tratados en tintorerías varía de país a país; se debe aplicar un criterio experto de acuerdo con las prácticas locales;
- Los procesos de limpieza en seco de última generación usan menos de 10 kg de disolvente por tonelada de textiles;
- Los residuos de la limpieza en seco contienen menos del 1% de disolvente (nuevos procesos de limpieza en seco).

Ejemplo 1

En el país A, la capacidad total instalada de limpieza en seco es de 2500 kg/h y la actividad es de 3600 t/año, de la que el 60% son textiles pesados. La cantidad total de residuos se estima en 360 t/año y las liberaciones de PCDD/DFPC en forma de residuos son:

- De textiles pesados : $60\% \times 360 \text{ t/año} \times 3000 \mu\text{g EQT} = 0,648 \text{ g EQT}$
- De textiles livianos : $40\% \times 360 \text{ t/año} \times 50 \mu\text{g EQT} = 0,0072 \text{ g EQT}$

Las liberaciones de residuos de la categoría de limpieza en seco son 0,6552 g EQT /año, ya que no hay liberaciones a otros medios.

Ejemplo 2

En el país B no hay información suficiente sobre la tasa de producción, pero sabemos que hay por lo menos 60 casas de limpieza en seco en el país. Podemos suponer que la tasa promedio de producción es de 24.000 kg/año/tintorería (1890 kg/mes) y que su tasa de liberación es de 2,4 t/año. El ratio entre las dos categorías de textiles tratados no se conoce realmente, pero un experto local calculó que sería de aproximadamente 1/1.

Las liberaciones de PCDD/DFPC en forma de residuo son:

- De textiles pesados : $50\% \times 60 \times 2.4 \times 3.000 = 0,216 \text{ g EQT}$
- De textiles livianos : $50\% \times 60 \times 2.4 \times 50 = 0,0036 \text{ g EQT}$

Las liberaciones totales de la categoría de limpieza en seco son de 0,2196 g EQT

Ejemplo 3

En el país C no hay datos sobre las tasas de producción y la generación de residuos para la categoría de limpieza en seco, pero se sabe, a través de las estadísticas oficiales, que las cantidades promedio de disolvente importadas anualmente para uso en la limpieza en seco (percloroetileno, disolvente Stoddard y otros nombres comerciales) son constantes, unas 500 toneladas por año.²² Suponiendo un consumo promedio de 10kg/tonelada de textiles²³ tratados a través de procesos de limpieza en seco, se estima una tasa de producción de unas 50 000 t, lo que generará unas 500 toneladas de residuos.

Las liberaciones de PCDD/DFPC en forma de residuo son:

- De textiles pesados : $50\% \times 500 \text{ t/año} \times 3.000 \mu\text{g EQT} = 0,75 \text{ g EQT}$
- De textiles livianos : $50\% \times 500 \text{ t/año} \times 50 \mu\text{g EQT} = 0,0125 \text{ g EQT}$

Las liberaciones totales de PCDD/DFPC generadas por la limpieza en seco son de 0,7625 g EQT.

²² Además de la limpieza en seco, hay otros usos posibles de estos disolventes, como el desengrasado de metal. Por lo tanto es importante intentar obtener un desglose de los datos importantes basados en la industria.

²³ La legislación de EUA y Canadá establece un límite de consumo de disolventes para la limpieza en seco de 6,5 l/tonelada de textiles (10 kg/tonelada de textiles en el caso del percloroetileno).

Ejemplo Inventario 10 Categoría de fuente 9 Eliminación y vertido

Inventario inicial

El país A ha preparado su inventario de PCDD/DFPC para el año de referencia 2005. Para la categoría de fuente 9 se obtuvo información del Departamento Nacional de Estadísticas y del Estudio Nacional sobre Saneamiento Básico relativa a la cantidad de residuos depositados en vertederos y depósitos, la recolección de aguas servidas y el tratamiento y eliminación, complementada por información de organismos y compañías responsables de la recolección de residuos y aguas servidas y su tratamiento y eliminación.

Categoría 9a Vertederos y depósitos

Para calcular las liberaciones de lixiviado generado por la descomposición orgánica de los residuos sólidos municipales, se tuvo en cuenta la cantidad total de residuos vertidos en rellenos sanitarios - 1.011.780 t/año – y en depósitos de residuos – 809.424 t/año – lo que derivó en un total de 1.821.204 t de residuos vertidos por año. Investigadores de la Universidad Nacional del País A llevaron a cabo estudios confiables que indicaron una generación de lixiviados de 0,1 a 0,2 metros cúbicos por tonelada de residuo vertido. Teniendo en cuenta el valor intermedio de 0,15 m³/t, el volumen total de lixiviado generado en 2005 fue de 273.181.000 litros.

No hay información disponible para calcular el lixiviado de los residuos peligrosos. Las compañías encuestadas informaron que la formación de lixiviado en los vertederos con residuos industriales peligrosos es pequeña, ya que se usan vertederos especiales para esta clase de desecho, en cumplimiento de la legislación vigente, con cantidades bajas de materia orgánica degradable, y en los que se impide que la lluvia alcance los residuos vertidos.

Se considera que los residuos sólidos municipales contienen el 5% de residuos peligrosos, según la información proporcionada por la Agencia Federal de Medio Ambiente. La liberación anual total se calculó multiplicando las tasas de actividad por los factores de emisión correspondientes de acuerdo con el Kit de herramientas (2005). Los resultados se muestran en la tabla siguiente:

Emisiones anuales de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 9a (año de referencia 2005)

Categoría	Clase	Tasa de actividad	Vertido anual (g EQT/a)					Total
			Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo	
Relleno sanitarios y vertederos de residuos	Residuos peligrosos	Lixiviado: 13.659.000 L/año 91.060 t/año residuos sólidos	-	0,003	-	-	4,6	14,9
	Residuos no peligrosos	Lixiviado 259.521.600 L/año Residuos sólidos	-	0,008	-	-	10,4	

Enero de 2013

		1.730.144 t/año						
--	--	--------------------	--	--	--	--	--	--

Minería y excavación de los rellenos sanitarios

En el inventario inicial de referencia del País A no se consideró la minería y excavación de los rellenos sanitarios. No obstante ello, Torres y col. (2012) dan un buen ejemplo de emisiones por esta fuente. Ese es el caso de una compañía en San Pablo que producía acetileno/ monómero de vinilcloruro (VCM), etilenodichloruror (EDC) y PVC desde mediados de los 50 y depositaba los residuos de la producción en un relleno sanitario. El uso del método de acetileno para la producción de VCM se interrumpió en 1996. El relleno sanitario de la empresa fue utilizado durante aproximadamente 40 años y se cerró en 1996. La leche de cal proveniente del proceso de acetileno era el principal tipo de desecho que se eliminaba en ese emplazamiento, habiéndose almacenado aproximadamente 1.400.000 toneladas de leche de cal (Torres y col. 2012). En 1997, una empresa comenzó a hacer la minería de los residuos de cal del lugar y la puso en el mercado de la construcción para neutralizar la pulpa de cítricos para producir pellets de pulpa cítrica (CPP, por sus siglas en inglés). Los pellets de pulpa cítrica fueron exportados a Europa como ración para animales, dando lugar a una contaminación con PCDD/PCDF de la leche y productos lácteos en varios países (Malisch 2000, Torres y col. 2012). Luego de descubrir la contaminación con PCDD/PCDF, cesó la minería de cal contaminada con PCDD/PCDF para CPP. Para evaluar el grado y tipo de contaminación con PCDD/PCDF del relleno sanitario, se tomaron 323 muestras del emplazamiento y se las analizó. Las concentraciones fluctuaron entre 0 y 81.000 ng EQT/kg, con un promedio de alrededor de 1000 ng EQT/kg. La cantidad total de EQT en el emplazamiento fue estimada en 1,4 kg de EQT. Los patrones observados en las muestras más contaminadas (1000 ng – 81.000 ng EQT/kg) fueron similares a los catalizadores EDC descritos por Carroll y col. (2001). En el curso de los últimos diez años, se instauraron medidas como la construcción de una barrera hidráulica. También se pusieron topes en el emplazamiento (Torres y col. 2012). Este ejemplo demuestra cómo pueden ingresar los PCDD/PCDF de los reservorios a través de minería de los rellenos sanitarios en la cadena de alimentos, directamente en los alimentos para animales y la nutrición humana.

Categoría 9b Alcantarillado y tratamiento de residuos cloacales

El Instituto Nacional de Estadística detiene la información sobre el volumen y el tipo de eliminación y el tratamiento recogidos en el País A. El volumen de alcantarillado recogido y tratado fue de 668.000 m³/día (243.820.000 m³/año). La cantidad de lodo generado en varios tipos de procesos de tratamiento fue de 175 g/m³ (calculados con base de 25 gramos de lodo seco por persona por día y un consumo de agua diario de 0,143 m³/persona).

Se estimó que 10% del alcantarillado recogido (24.382.000 m³/año) contiene efluentes industriales con importancia con respecto al cloro; los procesos de tratamiento de los residuos cloacales generan lodo, que posteriormente se extrae. El restante 90% de los residuos cloacales recogidos (219.438.000 m³/año) se tratan en sistemas con (93%) y sin (7%) extracción de lodo. Los sistemas de tratamiento sin extracción de lodo son del tipo humedales.

Enero de 2013

No se disponía de estadísticas para calcular las tasas de actividad para ambientes lejanos o con control del material entrante, y no se los incluyó en el inventario.

Los resultados del inventario se muestran en el siguiente cuadro:

Emissiones anuales de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 9b (año de referencia 2005)

Categoría	Clase	Tasa de actividad	Condición	Vertido anual (g EQT/a)					Total
				Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo	
Alcantarillado y tratamiento del alcantarillado	Material que ingresa domiciliario e industrial	0,0	Sin extracción de lodo	-	0.0			0,0	8,0
		Alcantarillado: 24.382.000 m ³ /año Lodo: 4.267 t/año	Con extracción de lodo	-	0,012			4.27	
	Ambientes urbanos	Alcantarillado: 15.360.660 m ³ /año	Sin extracción de lodo	-	0,031			0,0	
		Alcantarillado: 204.077.340 m ³ /año Lodo: 35.714 t/año	Con extracción de lodo	-	0,102			3,57	
	Ambientes lejanos o control de material que ingresa	N/A							

Categoría 9c Vertido en mar abierto

El consumo de agua en áreas urbanas alcanzó un total de 971.000 m³/día en 2005, produciendo 873.900 m³ de alcantarillado/día. Descontando el volumen de alcantarillado recogido y tratado (668.000 m³/día), se calculó que la cantidad vertida en mar abierto (principalmente ríos y océanos) fue de 205.900 m³/día o 75.153.500 m³/año. Se hizo la misma consideración en relación a la presencia de efluentes industriales. Es así que la tasa de actividad en la clase 1 será de 10% del volumen total de alcantarillado vertido en mar abierto, y al 90% restante se le asigna a la clase 2. No se recogió información en la clase 3 (lugares lejanos o control del material que entra).

Emissiones anuales de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 9c (año de referencia 2005)

Categoría	Clase	Tasa de actividad	Vertido anual (g EQT/a)					Total
			Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo	
Vertido en mar abierto	Material que ingresan mezclado	7.515.350 m ³ /año	-	0,038	-	-	-	0,051

Enero de 2013

	de hogares e industrial							
	Ambientes urbanos	67.638.150 m ³ /año	-	0,014	-	-	-	
	Ambientes lejanos	N/A						

Categoría 9d Compostaje

El compostaje no es una manera pertinente para eliminar los residuos en el País A, y las estimaciones de las cantidades de residuos convertidos en compost son inciertos. Se considera que alrededor de 1% de los residuos municipales se convierte en compost, es decir, alrededor de 20.000 t/año. Considerando el valor por defecto de 30% de contenido de agua en el Kit de herramientas (2005), la cantidad total de compost producido sería de 14.000 t/año (en base seca). Suponiendo una fracción totalmente orgánica en el compost, los vertidos anuales de PCDD/PCDF son de 1,4 g EQT/año.

Categoría 9e Tratamiento de aceites de residuo (No térmico)

Al no haber ningún factor de emisión para este tipo de fuente, no se hicieron más intentos para cuantificar las emisiones de PCDD/PCDF de esta fuente.

Vertidos anuales totales del Grupo de fuentes 9

Los vertidos anuales totales de PCDD/PCDF del grupo de fuentes 9 en el País A, en el año de referencia 2005, ascienden a 24,4 g EQT/año.

Actualización del inventario

Conforme los resultados del inventario de referencia inicial de 2005, el País A introdujo una serie de medidas destinadas a reducir las emisiones de PCDD/PCDF. En relación con el grupo de fuente 9, las principales acciones emprendidas fueron:

- Reducir a la mitad el contenido peligroso de residuos depositados en rellenos sanitarios y vertederos;
- Introducir un programa de reciclaje para reducir la cantidad de residuos depositado en rellenos sanitarios per capita. En 2010 la reducción fue de 5%;
- Eliminar las mezclas de materiales de origen industrial en los sistemas de recolección de alcantarillado y de tratamiento.

A continuación se describe la actualización del inventario.

Categoría 9a Rellenos sanitarios y vertederos de residuos

Se empleó la misma metodología que en el inventario inicial de referencia para estimar las emisiones generadas por la decomposición de residuos sólidos municipales. Según el Kit de herramientas de 2013, se revisaron los factores de emisión para la categoría 9a y se eliminó la necesidad de estimar la cantidad de lixiviado generado por decomposición de los residuos; ahora los factores de emisión se basan en la

Enero de 2013

cantidad de residuos sólidos generados. Además, como resultado de las medidas adoptadas, los residuos peligrosos contenidos en los residuos domiciliarios se redujeron a la mitad y hubo una reducción de 5% en los residuos domiciliarios.

En el siguiente cuadro se muestran los valores actualizados. Los resultados muestran una disminución una de 6.4 g EQT/año, comparado con las estimaciones de emisión de la línea de base.

Emisiones anuales de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 9a (año de referencia 2010)

Categoría	Clase	Tasa de actividad	Vertido anual (g EQT/a)					Total
			Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo	
Relleno sanitarios y vertidos de residuos	Residuos peligrosos	45,530 t/año	-	0,2	-	-	NA	8,5
	Residuos mezclados	-	-		-	-		
	Residuos domiciliarios	1,643,637 t/año	-	0,08	-	-	8,2	

Categoría 9b Alcantarillado y tratamiento del alcantarillado

Los datos del Instituto Nacional de Estadística muestran que el volumen del alcantarillado disminuyó 10% debido a la eliminación de efluentes mezclados industriales y domiciliarios en relación con 2005. El tipo de eliminación y tratamiento se mantuvieron igual que en 2005. En ese entonces el volumen del alcantarillado recogido y tratado fue de 601.200 m³/día (219.438.000 m³/año). Por lo tanto la cantidad de lodo generado en los diversos tipos de procesos de tratamiento en el País A fue estimado de manera similar a 2005.

Sin embargo, con arreglo a las medidas incluidas en el Plan Nacional de Aplicación (PNA) del País A, no hay mezclas de contribuciones ambientales pertinentes con respecto al cloro. Todo el alcantarillado recogido puede clasificarse como clase 2, siendo 93% tratado en sistemas con remoción de lodo y 7% en sistemas sin remoción de lodo.

No se dispone de estadísticas para calcular las tasas de actividad para ambientes alejados o con control del material entrante, y no se los incluyó en el inventario.

El total de vertidos anuales para 2010 mostró una reducción de 7,14 g de EQT/año comparado con la situación de la línea de base.

Emisiones anuales de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 9b (año de referencia 2010)

Categoría	Clase	Tasa de actividad	Condition	Vertido anual (g EQT/a)					Total
				Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo	
Alcantarillado y tratamiento del alcantarillado	Materiales de entrada mezclado domiciliarios e industriales	0,0	Sin extracción de lodo	-	0,0			0,0	0,7
		0,0	Con extracción	-	0,0			0,0	

Enero de 2013

ado			de lodo						
	Materiales de entrada urbanos e industriales	Alcantarillado: 13,824,594 m ³ /año	Sin extracción de lodo	-	0,01			0,0	
		Alcantarillado: 183,669,606 m ³ /año Lodo: 32,142 t/año	Con extracción de lodo	-	0,04			0,64	
	Materiales de entrada domiciliarios	N/A	Sin extracción de lodo						
			Con extracción de lodo						

Categoría 9c Vertido en mar abierto

El consumo de agua en áreas urbanas registró una reducción de 10% en relación al consumo de 2005, debido a la separación de los efluentes industriales con cloro pertinente de los efluentes domiciliarios, alcanzando un volumen de 873,900 m³/día, produciendo una cantidad total de alcantarillado de 786,510 m³/día. Si se descuenta el volumen de alcantarillado recogido y tratado (601.200 m³/día), se estima que la cantidad vertida en mar abierto (ríos y océanos) alcanza 185.310 m³/día o 67.638.150 m³/año. Esto se asigna en su totalidad a la clase 2. No existe información sobre la clase 3 (ambientes lejanos o control de material entrante). El total de vertidos anuales para la categoría 9c en 2010 (0,014 g EQT/año) es por ende menor que las emisiones de 2005 (0,051 g EQT/año).

Categoría 9d Compostaje

La situación en 2010 cambió debido a modificaciones en los factores de emisión del Kit de herramientas de 2013. La cantidad de residuos convertidos a compost se mantuvieron iguales y se les asigna a la clase 1 (compost de residuos orgánicos separados de residuos mezclados). La emisión disminuyó 50%, con un total de 0,7 g EQT/año de PCDD/PCDF.

Categoría 9e – Tratamiento del aceite de residuo (No térmico)

No se calculan las emisiones para esta categoría de fuente, similar a en 2005.

Total de vertidos anuales en el grupo de fuentes 9

El total de vertidos anuales de PCDD/PCDF del grupo de fuentes 9 en el País A, en el año de referencia 2010, asciende a 9.9 g EQT/año, registrando así una disminución de 14.4 g EQT/año comparado con el nivel de referencia de inicio.

Revisión del inventario de la línea de base

La actualización del inventario para el año de referencia 2010 se acompañó de cambios en los factores de emisión en el Kit de herramientas. Por consiguiente, para poder calcular las tendencias en las emisiones con el tiempo con base en un conjunto coherente de factores de emisión, es preciso volver a calcular los valores del nivel de base usando el Kit de herramientas de 2013. La revisión del inventario del nivel basal permitió la detección de una tendencia decreciente en las emisiones del 2004 al 2010.

Categoría 9a Relleno sanitarios y vertidos de residuos

Emisiones anuales de PCDD/PCDF emisiones para la categoría de la fuente 9a (revisado para el año de referencia 2005)

Categoría	Clase	Tasa de actividad	Vertido anual (g EQT/a)					Total
			Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo	
Relleno sanitarios y vertederos de residuos	Residuos peligroso	91.060 t/año de residuos sólidos	-	0.5	-	-	NA	9.2
	Residuos mixtos	0	-	-	-	-	-	
	Residuos domiciliarios	1,730,144 t/año de residuos sólidos	-	0,1	-	-	8.7	

Categoría 9b Alcantarillado y tratamiento del alcantarillado

Emisiones anuales de PCDD/PCDF para la categoría de la fuente 9b (año de referencia 2005)

Categoría	Clase	Tasa de actividad	Condición	Vertido anual (g EQT/a)					Total
				Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo	
Alcantarillado y tratamiento del alcantarillado	Materiales de entrada mezclado domiciliarios e industriales	N/A	Sin extracción del lodo	-	0,0			0,0	0,9
		Alcantarillado: 24,382.000 m ³ /año Lodo: 4,267 t/año	Con extracción del lodo	-	0,024			0,85	
	Materiales de entrada urbanos e industriales	Alcantarillado: 15,360,660 m ³ /año	Sin extracción del lodo	-	0,015			0,0	
		Alcantarillado: 204,077,340 m ³ /año	Con extracción del lodo	-	0,04			0,7	

Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales

Enero de 2013

		Lodo: 35,714 t/año							
	Material de entrada domiciliario	N/A	Sin extracción del lodo						
			Con extracción del lodo						

Para las categorías 9c Vertido en mar abierto, y 9e Tratamiento de aceites de residuo, no se han hecho cambios en los factores de emisión en el Kit de herramientas revisado, por lo que no afecta el cálculo de las estimaciones de emisiones para estas fuentes. En esos casos, en los que tanto los factores de emisión como las tasas de actividad se mantienen inalteradas comparado con el nivel de base, no necesita revisarse el inventario.

Para la categoría 9d Compostaje, se revisan las emisiones para dar cuenta de los cambios en los factores de emisión. Las estimaciones de emisiones de PCDD/PCDF ascienden a 0,7 g EQT/año.

Comparación para las emisiones para el año de referencia 2010 con el inventario de referencia inicial revisado

El total de vertidos anuales de PCDD/PCDF del grupo de fuentes 9 en el País A, en el año de referencia 2010, asciende a 10 g EQT, y 12 g EQT en el inventario de referencia inicial revisado para el año de referencia 2005, registrando una reducción de 2 g EQT, o alrededor de 15%. Los resultados muestran la importancia de revisar el inventario de referencia inicial, ya que sin este paso la conclusión después de actualizar el inventario hubiera sido una reducción de alrededor de 13 g EQT, o alrededor de 60%.