

Protocolo al Convenio de 1979 sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia en materia de metales pesados, hecho en Aarhus (Dinamarca) el 24 de junio de 1998

Las Partes,

*Decididas* a aplicar el Convenio sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia,

*Preocupadas* por el hecho de que las emisiones de ciertos metales pesados traspasan las fronteras nacionales y pueden provocar daños en ecosistemas de importancia ecológica y económica y tener efectos nocivos para la salud humana,

*Considerando* que los procesos industriales y de combustión son las principales fuentes antropogénicas de emisión de metales pesados a la atmósfera,

*Reconociendo* que los metales pesados son componentes naturales de la corteza terrestre y que muchos metales pesados en ciertas formas y concentraciones apropiadas son esenciales para la vida,

*Teniendo en cuenta* los datos técnicos y científicos existentes sobre las emisiones, los procesos geoquímicos, el transporte atmosférico y los efectos de los metales pesados para la salud humana y el medio ambiente, así como las técnicas y los costes de su supresión,

*Conocedoras* de que existen técnicas y prácticas de gestión que permiten reducir la contaminación atmosférica provocada por las emisiones de metales pesados,

*Reconociendo* que los países del ámbito de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE/ONU) se hallan en diferentes condiciones económicas y que las economías de ciertos países se encuentran en fase de transición,

*Resueltas* a tomar medidas para prever, prevenir o minimizar las emisiones de ciertos metales pesados y sus compuestos, teniendo en cuenta la aplicación del enfoque preventivo establecido en el principio 15° de la Declaración de Río sobre medio ambiente y desarrollo,

*Reafirmando* que los Estados tienen, de acuerdo con la Carta de las Naciones Unidas y los principios del Derecho internacional, el derecho soberano a explotar sus propios recursos de conformidad con sus propias políticas ambientales y de desarrollo, y la responsabilidad de asegurarse de que las actividades que se lleven a cabo dentro de su jurisdicción o control no provoquen daños en el medio ambiente de otros Estados o de áreas situadas fuera de los límites de su jurisdicción nacional,

*Entendiendo* que aplicar medidas para controlar las emisiones de metales pesados también contribuiría a la protección del medio ambiente y la salud humana en áreas situadas fuera del ámbito de la CEPE/ONU, incluyendo el Ártico y las aguas internacionales,

*Advirtiendo* que suprimir las emisiones de determinados metales pesados también puede resultar beneficioso para suprimir las emisiones de otras materias contaminantes,

*Conscientes* de que puede ser necesario tomar medidas adicionales y más eficaces para controlar y reducir las emisiones de ciertos metales pesados y de que pueden sentarse las bases para tales medidas adicionales realizando, por ejemplo, estudios basados en efectos,

*Admitiendo* la importante aportación realizada por los sectores privados y no gubernamentales al conocimiento de los efectos asociados a los metales pesados, alternativas disponibles y técnicas de supresión, y su colaboración con miras a la reducción de las emisiones de metales pesados,

*Teniendo en cuenta* las actividades relacionadas con el control de metales pesados que se llevan a cabo a escala nacional y en foros internacionales,

Han acordado lo siguiente:

## Artículo 1

### Definiciones

A efectos del presente Protocolo, se entenderá por:

1. «Convenio»: el Convenio sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, adoptado en Ginebra el 13 de noviembre de 1979;
2. «EMEP»: el Programa concertado de seguimiento continuo y evaluación del transporte a gran distancia de los contaminantes atmosféricos en Europa;
3. «Órgano Ejecutivo»: el Órgano Ejecutivo del Convenio constituido conforme al apartado 1 del artículo 10 del mismo;
4. «Comisión»: la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa;
5. «Partes»: salvo que del contexto se derive lo contrario, las Partes firmantes del presente Protocolo;
6. «Ámbito geográfico del EMEP»: se entiende el área definida en el apartado 4 del artículo 1 del Protocolo al Convenio de 1979 sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, relativo a la financiación a largo plazo del Programa concertado de seguimiento continuo y evaluación del transporte a gran distancia de los contaminantes atmosféricos en Europa (EMEP), adoptado en Ginebra el 28 de septiembre de 1984;
7. «metales pesados»: aquellos metales o, en algunos casos, metaloides que son estables y tienen una densidad superior a 4,5 g/cm<sup>3</sup> y sus compuestos;
8. «emisión»: una liberación a la atmósfera desde un punto o fuente difusa;
9. «fuente estacionaria»: todo edificio, estructura, planta, instalación o equipamiento fijo que emita o pueda emitir un metal pesado incluido en el anexo I directa o indirectamente a la atmósfera;
10. «nueva fuente estacionaria»: cualquier fuente estacionaria cuya construcción o reforma sustancial comience después del transcurso de dos años desde la fecha de entrada

en vigor de: (i) el presente Protocolo; o (ii) una enmienda a los anexos I o II, cuando la fuente estacionaria pase a estar sujeta a las disposiciones del presente Protocolo exclusivamente en virtud de dicha enmienda. Incumbirá a las autoridades nacionales competentes decidir si una reforma es sustancial o no, teniendo en cuenta factores como los beneficios ambientales de la reforma;

11. «categoría principal de fuentes estacionarias»: cualquier categoría de fuentes estacionarias relacionadas en el anexo II que suponga al menos el 1 % de las emisiones totales de una de las Partes procedentes de fuentes estacionarias de un metal pesado relacionado en el anexo I durante el año de referencia especificado de conformidad con el anexo I.

## Artículo 2

### Objetivo

El objetivo del presente Protocolo consiste en controlar las emisiones de metales pesados provocadas por las actividades antropogénicas, sujetas a transporte atmosférico transfronterizo a gran distancia y que pueden tener importantes efectos perjudiciales para la salud humana o el medio ambiente, de conformidad con las disposiciones de los artículos siguientes.

## Artículo 3

### Obligaciones básicas

1. Cada una de las Partes reducirá sus emisiones anuales totales a la atmósfera de cada uno de los metales pesados incluidos en el anexo I a partir del nivel de emisión del año de referencia, establecido de acuerdo con dicho anexo, tomando medidas efectivas, adecuadas a sus circunstancias particulares.

2. Cada una de las Partes aplicará, dentro de los plazos especificados en el anexo IV:

(a) las mejores técnicas disponibles, teniendo en cuenta el anexo III, a cada nueva fuente estacionaria incluida en una categoría principal de fuentes estacionarias para la que el anexo III identifique mejores técnicas disponibles;

(b) los valores límite especificados en el anexo V para cada nueva fuente estacionaria incluida en una categoría principal de fuentes estacionarias. Todas las Partes podrán, alternativamente, aplicar diferentes estrategias para la reducción de emisiones con las que se alcancen niveles equivalentes del total de emisiones;

(c) las mejores técnicas disponibles, teniendo en cuenta el anexo III, a cada fuente estacionaria existente incluida en una categoría principal de fuentes estacionarias para la que el anexo III identifique mejores técnicas disponibles. Todas las Partes podrán, alternativamente, aplicar diferentes estrategias para la reducción de emisiones con las que se alcancen reducciones equivalentes del total de emisiones; (d) los valores límite especificados en el anexo V a cada fuente estacionaria existente incluida en una categoría principal de fuentes estacionarias, en la medida en que esto sea técnica y económicamente viable. Todas las Partes podrán, alternativamente, aplicar diferentes estrategias para la

reducción de emisiones con las que se alcancen reducciones equivalentes del total de emisiones.

3. Cada una de las Partes aplicará medidas de control de productos de conformidad con las condiciones y los plazos especificados en el anexo VI.

4. Cada una de las Partes deberá considerar la aplicación de medidas adicionales de gestión de productos, teniendo en cuenta el anexo VII.

5. Cada una de las Partes elaborará y mantendrá inventarios de emisiones de los metales pesados enumerados en el anexo I, para aquellas Partes ubicadas dentro del ámbito geográfico del EMEP, utilizando como mínimo las metodologías especificadas por el Órgano Rector del EMEP, y, para aquellas Partes ubicadas fuera del ámbito geográfico del EMEP, utilizando como orientación las metodologías desarrolladas a través del plan de trabajo del Órgano Ejecutivo.

6. Las Partes que, después de aplicar los apartados 2 y 3, no puedan cumplir los requisitos del apartado 1 para uno de los metales pesados enumerados en el anexo I quedarán exentas de sus obligaciones, establecidas en el apartado 1, con respecto a dicho metal pesado.

7. Toda Parte cuya superficie terrestre total supere los 6.000.000 de km<sup>2</sup> estará exenta de sus obligaciones establecidas en las letras b), c) y d) del apartado 2, si puede demostrar que, en el plazo de ocho años desde la fecha de entrada en vigor del presente Protocolo, habrá reducido sus emisiones anuales totales de cada uno de los metales pesados incluidos en el anexo I, procedentes de las categorías de fuentes especificadas en el anexo II, al menos un 50 % a partir del nivel de emisión de estas categorías en el año de referencia especificado de acuerdo con el anexo I. Toda Parte que pretenda actuar de acuerdo con este apartado lo especificará así en el momento de la firma o la adhesión al presente Protocolo.

#### Artículo 4

##### Intercambio de información y tecnología

1. Las Partes facilitarán, en consonancia con sus leyes, reglamentos y prácticas, el intercambio de tecnologías y 'técnicas concebidas para reducir las emisiones de metales pesados, incluidos, entre otras cosas, los intercambios que fomenten el desarrollo de medidas de gestión de productos y la aplicación de las mejores técnicas disponibles, en particular fomentando:

- (a) el intercambio comercial de la tecnología disponible;
- (b) la cooperación y los contactos industriales directos, incluida la creación de empresas conjuntas;
- (c) el intercambio de información y experiencia, y
- (d) la prestación de asistencia técnica.

2. Para promover las actividades especificadas en el apartado 1, las Partes crearán condiciones favorables facilitando los contactos y la cooperación entre organizaciones y personas físicas apropiadas de los sectores público y privado con capacidad para proporcionar tecnologías, servicios de diseño e ingeniería, equipos o financiación.

## Artículo 5

### Estrategias, políticas, programas y medidas

1. Cada una de las Partes elaborará, sin demora injustificada, estrategias, políticas y programas encaminados a cumplir sus obligaciones de conformidad con el presente Protocolo.

2. Todas las Partes podrán, además:

(a) aplicar instrumentos económicos para fomentar la adopción de propuestas eficientes para la reducción de las emisiones de metales pesados;

(b) promover pactos y acuerdos voluntarios entre gobierno e industria;

(c) fomentar un aprovechamiento más eficiente de los recursos y las materias primas;

(d) fomentar el uso de fuentes de energía menos contaminantes;

(e) tomar medidas para desarrollar e introducir sistemas de transporte menos contaminantes;

(f) tomar medidas para suprimir ciertos procesos emisores de metales pesados cuando existan procesos sustitutivos a escala industrial;

(g) tomar medidas para desarrollar y emplear procesos más limpios de cara a la prevención y el control de la contaminación.

3. Las Partes podrán tomar medidas más rigurosas que las exigidas por el presente Protocolo.

## Artículo 6

### Investigación, desarrollo y seguimiento

Las partes fomentarán la investigación, el desarrollo, el control y la cooperación, principalmente con respecto a los metales pesados incluidos en el anexo I, en relación, entre otras cosas, con:

(a) niveles de emisión, transporte y depósito a gran distancia y su modelización, niveles existentes en el medio ambiente biótico y abiótico, la formulación de procedimientos para armonizar las metodologías correspondiente;

(b) vías de penetración e inventarios de contaminantes en ecosistemas representativos;

(c) efectos relevantes para la salud humana y el medio ambiente, incluida la cuantificación de tales efectos;

(d) las mejores técnicas y prácticas disponibles y técnicas de control de emisiones actualmente empleadas por las Partes o en fase de desarrollo;

(e) recogida, reciclaje y, en caso necesario, eliminación de productos o residuos que contengan uno o más metales pesados;

(f) metodologías que permitan la consideración de factores socioeconómicos en la evaluación de estrategias de control alternativas;

(g) un enfoque basado en los efectos que integre la información apropiada, incluida la información obtenida conforme a las letras a) a f), sobre mediciones o modelizaciones de niveles ambientales, vías de penetración y efectos para la salud humana y el medio ambiente, a fin de formular futuras estrategias de control optimizadas que también tengan en cuenta factores económicos y tecnológicos;

(h) alternativas al uso de metales pesados en los productos enumerados en los anexos VI y VII;

(i) recopilación de información sobre niveles de metales pesados en ciertos productos, sobre el riesgo de que se liberen emisiones de tales metales durante la fabricación, la transformación, la distribución comercial, la utilización y la eliminación del producto, y sobre técnicas de reducción de tales emisiones.

## Artículo 7

### Informes

1. Sin perjuicio de sus disposiciones legales sobre la confidencialidad de la información comercial:

(a) cada una de las Partes facilitará al Órgano Ejecutivo, a través del Secretario Ejecutivo de la Comisión, con la periodicidad que determinen las Partes reunidas en el seno del Órgano Ejecutivo, información sobre las medidas que haya tomado para aplicar el presente Protocolo;

(b) cada una de las Partes ubicadas dentro del ámbito geográfico del EMEP facilitará al EMEP, a través del Secretario Ejecutivo de la Comisión, con la periodicidad que determine el Órgano Rector del EMEP y que aprueben las Partes en una sesión del Órgano Ejecutivo, información sobre los niveles de emisiones de los metales pesados incluidos en el anexo I, utilizando como mínimo las metodologías y la resolución temporal y espacial que especifique el Órgano Rector del EMEP. Las partes ubicadas fuera del ámbito geográfico del EMEP facilitarán información similar al Órgano Ejecutivo si así se les solicita. Además, cada una de las Partes, según el caso, recogerá y facilitará la información pertinente con respecto a sus emisiones de otros metales pesados, teniendo en cuenta la orientación sobre metodologías y resolución temporal y espacial del Órgano Rector del EMEP y del Órgano Ejecutivo.

2. El formato y contenido de la información que se facilitará de conformidad con la letra a) del apartado 1 se ajustará a la decisión que tomen las Partes en una sesión del Órgano Ejecutivo. Los términos de tal decisión se revisarán cuando sea necesario para identificar elementos adicionales relativos al formato o contenido de la información que deberá incluirse en los informes.

3. Con suficiente antelación a cada sesión anual del Órgano Ejecutivo, el EMEP proporcionará información sobre el transporte y depósito de metales pesados a gran distancia.

## Artículo 8

### Cálculos

El EMEP, utilizando modelos y mediciones apropiados y con la suficiente antelación a cada sesión anual del Órgano Ejecutivo, proporcionará a dicho Órgano cálculos de flujos y depósitos transfronterizos de metales pesados dentro del ámbito geográfico del EMEP. En áreas situadas fuera del ámbito geográfico del EMEP se utilizarán modelos apropiados para las circunstancias particulares de las Partes en el Convenio.

## Artículo 9

### Cumplimiento

Se revisará periódicamente el cumplimiento de las obligaciones de cada una de las Partes de conformidad con el presente Protocolo. El Comité de ejecución creado por la Decisión 1997/2 del Órgano Ejecutivo en su decimoquinta sesión llevará a cabo dichas revisiones e informará a las Partes reunidas en el seno del Órgano Ejecutivo de acuerdo con los términos del anexo a la citada Decisión, incluidas todas sus enmiendas.

## Artículo 10

### Revisiones por las partes en sesiones del órgano ejecutivo

1. Las Partes, en las sesiones del Órgano Ejecutivo, de conformidad con la letra a) del apartado 2 del artículo 10 del Convenio, revisarán la información facilitada por las Partes, el EMEP y otros órganos auxiliares y los informes del Comité de ejecución mencionados en el artículo 9 del presente Protocolo.

2. Las Partes, en las sesiones del Órgano Ejecutivo, revisarán los progresos realizados en el cumplimiento de las obligaciones establecidas en el presente Protocolo.

3. Las Partes, en las sesiones del Órgano Ejecutivo, revisarán la suficiencia y efectividad de las obligaciones establecidas en el presente Protocolo:

a) en dichas revisiones se tendrá en cuenta la mejor información científica disponible sobre los efectos del depósito de metales pesados, las valoraciones de avances tecnológicos y los cambios de las condiciones económicas,»

b) en dichas revisiones, a la luz de la investigación, el desarrollo, el seguimiento y la cooperación que se lleven a cabo de conformidad con el presente Protocolo:

i) se evaluarán los progresos realizados en el cumplimiento del objetivo del presente Protocolo,

ii) se evaluará si se justifican reducciones adicionales de las emisiones más allá de los niveles exigidos por el presente Protocolo con vistas a reducir aún más los efectos perjudiciales para la salud humana o el medio ambiente; y

iii) se tendrá en cuenta hasta qué punto existe una base satisfactoria para la aplicación de un enfoque basado en efectos;

c) las Partes especificarán procedimientos, métodos y plazos para dichas revisiones en una sesión del Órgano Ejecutivo.

4. Las Partes, sobre la base de la conclusión de las revisiones mencionadas en el apartado 3 y lo antes posible después de terminada la revisión, elaborarán un plan de trabajo sobre las nuevas medidas para reducir las emisiones a la atmósfera de los metales pesados incluidos en el anexo 1.

## Artículo 11

### Solución de controversias

1. En caso de controversia entre dos o más Partes con motivo de la interpretación o aplicación del presente Protocolo, las Partes interesadas se esforzarán por solucionarla mediante negociaciones o cualquier otro medio pacífico de su elección. Las Partes interesadas informarán al Órgano Ejecutivo de su controversia.

2. Cuando ratifique, acepte o apruebe el presente Protocolo o se adhiera a él, o en cualquier momento posterior, una Parte que no sea una organización de integración económica regional podrá declarar en un instrumento escrito presentado al Depositario que para toda controversia relacionada con la interpretación o aplicación del Protocolo reconoce como obligatorio(s) ipso facto y sin necesidad de acuerdo especial uno o los dos medios de solución que se expresan a continuación con respecto a cualquier Parte que acepte la misma obligación:

a) sumisión de la controversia a la Corte Internacional de Justicia;

b) arbitraje conforme a los procedimientos que las Partes adoptarán lo antes posible a partir de una reunión del Órgano Ejecutivo, en un anexo dedicado al arbitraje.

Una Parte que sea una organización de integración económica regional podrá hacer una declaración en el mismo sentido por lo que se refiere al arbitraje, conforme a los procedimientos a que se refiere la letra b).

3. La declaración hecha en aplicación del apartado 2 permanecerá en vigor hasta que expire conforme a sus propios términos o hasta que expire un plazo de tres meses a partir



de la fecha en que se haya entregado al Depositario una notificación por escrito de la revocación de dicha declaración.

4. El depósito de una nueva declaración, la notificación de la revocación de una declaración o la expiración de una declaración no afectarán en nada al procedimiento iniciado ante la Corte Internacional de Justicia o el tribunal arbitral, a menos que las partes en la controversia convengan otra cosa.

5. Salvo en el caso de que las partes en una controversia hayan aceptado el mismo medio de solución previsto en el apartado 2, si al expirar un plazo de doce meses a partir de la fecha en que una Parte haya notificado a otra Parte la existencia de una controversia entre ellas, las Partes interesadas no han conseguido solucionar su controversia por los medios expresados en el apartado 1, la controversia, a solicitud de una de las Partes en la misma, será sometida a conciliación.

6. A efectos del apartado 5, se creará una comisión de conciliación. La comisión estará formada por miembros designados, en igual número por cada Parte interesada o, cuando las Partes en el procedimiento de conciliación hagan causa común, por el conjunto de esas Partes, y un presidente elegido conjuntamente por los miembros así designados. La comisión emitirá una recomendación que las Partes en la controversia examinarán de buena fe.

## Artículo 12

### Anexos

Los anexos del presente Protocolo formarán parte integrante del Protocolo. Los anexos III y VII tienen el carácter de recomendación.

## Artículo 13

### Enmiendas al protocolo

1. Cualquier Parte podrá proponer enmiendas al presente Protocolo.

2. Las enmiendas propuestas se presentarán por escrito al Secretario Ejecutivo de la Comisión, que las comunicará a todas las Partes. Las Partes examinarán las enmiendas propuestas en la siguiente reunión del Órgano Ejecutivo, siempre que el Secretario Ejecutivo las haya transmitido a las Partes con noventa días de antelación, como mínimo.

3. Las enmiendas al presente Protocolo, incluidas las enmiendas a los anexos I, II, IV, V y VI, se adoptarán por consenso de las Partes presentes en una reunión del Órgano Ejecutivo y entrarán en vigor para las Partes que las hayan aceptado el nonagésimo día siguiente a la fecha en que dos tercios de las Partes hayan depositado sus instrumentos de aceptación de estas enmiendas en poder del Depositario. Las enmiendas entrarán en vigor por lo que respecta a cualquier otra Parte el nonagésimo día siguiente a la fecha en que dicha Parte haya depositado su instrumento de aceptación de las enmiendas.

4. Las enmiendas a los anexos III y VII del presente Protocolo se adoptarán por consenso de las Partes presentes en una reunión del Órgano Ejecutivo. Cuando expire un plazo de noventa días a partir de la fecha en que el Secretario Ejecutivo de la Comisión

lo haya comunicado a todas las Partes, cualquier enmienda a alguno de estos anexos surtirá efectos con respecto a las Partes que no hayan entregado una notificación al Depositario conforme a lo dispuesto en el apartado 5, a condición de que dieciséis Partes como mínimo no hayan entregado esta notificación.

5. Cualquier Parte que no esté en condiciones de aprobar una enmienda a los anexos III o VII lo notificará al Depositario por escrito en un plazo de noventa días a partir de la fecha de la comunicación de su adopción. El Depositario informará sin dilación a todas las Partes de la recepción de dicha notificación. Cualquier Parte podrá en todo momento sustituir su notificación anterior por una aceptación y, después de entregar un instrumento de aceptación en poder del Depositario, la enmienda a este anexo surtirá efectos por lo que respecta a dicha Parte.

6. En el caso de que se proponga la enmienda de los anexos I, VI o VII con la adición al presente Protocolo de un metal pesado, una medida de control de producto o un producto o grupo de productos:

a) quien presente la propuesta facilitará al Órgano Ejecutivo la información especificada en la Decisión 1998/1 de dicho Órgano, incluidas todas sus enmiendas, y

b) las Partes evaluarán la propuesta de conformidad con los procedimientos establecidos en la Decisión 1998/1 del Órgano Ejecutivo, incluidas todas sus enmiendas.

7. Toda decisión de enmendar la Decisión 1998/1 del Órgano Ejecutivo se tomará por consenso de las Partes reunidas en el seno del Órgano Ejecutivo y surtirá efecto el sexagésimo día siguiente a la fecha de adopción.

#### Artículo 14

##### Firma

1. El presente Protocolo estará abierto a la firma en Aarhus (Dinamarca), del 24 al 25 de junio de 1998 y, posteriormente, en la sede de las Naciones Unidas en Nueva York, hasta el 21 de diciembre de 1998, de los Estados miembros de la Comisión, así como de los Estados que posean la condición de miembros consultivos ante la Comisión en virtud del apartado 8 de la Resolución 36 (IV) del Consejo Económico y Social de 28 de marzo de 1947 y de las organizaciones de integración económica regional constituidas por Estados soberanos miembros de la Comisión que tengan competencia para negociar, celebrar y aplicar acuerdos internacionales en las materias a que se refiere el presente Protocolo, siempre que los Estados y las organizaciones en cuestión sean Partes en el Convenio.

2. En las materias que sean de su competencia, estas organizaciones de integración económica regional, en su propio nombre, ejercerán los derechos y asumirán las responsabilidades que el presente Protocolo confiere a sus Estados miembros. En ese caso, los Estados miembros de esas organizaciones no podrán ejercer esos derechos a título individual.

## Artículo 15

### Ratificación, aceptación, aprobación y adhesión

1. El presente Protocolo estará sujeto a la ratificación, aceptación o aprobación de los signatarios.

2. El presente Protocolo estará abierto a la adhesión de los Estados y organizaciones que reúnan las condiciones expresadas en el apartado 1 del artículo 14 a partir del 21 de diciembre de 1998.

## Artículo 16

### Depositario

Los instrumentos de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión se depositarán en poder del Secretario General de la Organización de las Naciones Unidas, que ejercerá las funciones de Depositario.

## Artículo 17

### Entrada en vigor

1. El presente Protocolo entrará en vigor el nonagésimo día siguiente a la fecha de depósito del decimosexto instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión en poder del Depositario.

2. Respecto de cualquier Estado u organización de los mencionados en el apartado 1 del artículo 14 que ratifique, acepte o apruebe el presente Protocolo o se adhiera al mismo después del depósito del decimosexto instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión, el Protocolo entrará en vigor el nonagésimo día siguiente a la fecha de depósito por dicha Parte de su instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión.

## Artículo 18

### Retirada

En cualquier momento después de la expiración de un plazo de cinco años que comenzará a contar en la fecha en que entre en vigor el presente Protocolo respecto de una Parte, dicha Parte podrá denunciarlo mediante notificación por escrito dirigida al Depositario. La denuncia surtirá efecto el nonagésimo día siguiente a la fecha de su recepción por el Depositario, o en cualquier otra fecha ulterior que se especifique en la notificación de denuncia.

## Artículo 19

### Textos auténticos

El original del presente Protocolo, cuyos textos en inglés, francés y ruso son igualmente auténticos, se depositará en poder del Secretario General de la Organización de las Naciones Unidas.

*En fe de lo cual* los abajo firmantes, debidamente autorizados para ello, firman el presente Protocolo.

*Hecho* en Aarhus (Dinamarca), el veinticuatro de junio de mil novecientos noventa y ocho.

## ANEXO I

Metales pesados mencionados en el apartado 1 del artículo 3 y año de referencia para la obligación

Me tal pes ado	Año de refer enci a
Ca dmi o (Cd ).	1990 , o cual quier otro año entre 1985 y 1995 , amb os inclu idos, espe cific ado por una de las Parte s con

	<p>motivo de la ratificación, aceptación, aprobación o adhesión.</p>
<p>Plo mo (Pb ).</p>	<p>1990, o cualquier otro año entre 1985 y 1995, ambos incluidos, especificado por una de las Partes con motivo de la ratificación, aceptación, aprobación</p>

	ón o adhe sión.
Me rcu rio (Hg ).	1990 , o cual quier otro año entre 1985 y 1995 , amb os inclu idos, espe cific ado por una de las Parte s con moti vo de la ratifi cació n, acept ació n, apro baci ón o adhe sión.

## ANEXO II

### Categorías de fuentes estacionarias

#### I. Introducción.

1. Las instalaciones o partes de instalaciones dedicadas a la investigación, desarrollo y pruebas de nuevos productos y procesos no son objeto del presente anexo.

2. Los umbrales indicados a continuación se refieren en general a capacidades de producción o a la producción efectiva. Si un operador desempeña varias actividades que correspondan al mismo subepígrafe en la misma instalación o el mismo establecimiento, se sumarán las capacidades de dichas actividades.

## II. Lista de categorías.

Categoría	Descripción de la categoría
1	Instalaciones de combustión con una potencia térmica consumida nominal neta superior a 50 MW.
2	Instalaciones de síntesis o tostación

	de men as o conc entra dos metá licos (incl usive sulfu ro mine ral) con una capa cida d supe rior a 150 tonel adas diari as de sinte rizad o por men a o conc entra do ferro so, y 30 tonel adas diari as de sinte rizad o para la tosta ción de cubr
--	---



	e, plom o o zinc, o trata mien tos de men as de oro y merc urio.
3	Insta lacio nes para la prod ucci ón de lingo tes de hierr o o acer o (fusi ón prim aria o secu ndari a, inclu sive horn os de arco eléct rico) inclu ido la cola

	da conti nua, con una capa cida d supe rior a 2,5 tonel adas por hora.
4	Fund erías de meta l férre o con una capa cida d de prod ucci ón supe rior a 20 tonel adas diari as.
5	Insta lacio nes para la prod ucci ón de cobr e, plom

	o y zinc a partir de menas, concentrados o materias primas secundarias por medio de procesos metalúrgicos, con una capacidad superior a 30 toneladas diarias de metal en el caso de las instalaciones primarias y 15 tonel
--	--

	<p>adas diarias de metales en el caso de las instalaciones secundarias, o de cualquier producción primaria de mercurio.</p>
6	<p>Instalaciones de fundición (refino, moldeado en fundería, etc.), incluida la aleación, de cobre, plomo y</p>

	<p>zinc, inclusive productos recuperados, con una capacidad de fundición superior a 4 toneladas diarias en el caso del plomo o 20 toneladas diarias en el caso del cobre y el zinc.</p>
7	<p>Instalaciones para la producción de escoria</p>

	<p>cementera en hornos giratorios con una capacidad productiva superior a 500 toneladas diarias, o en otro tipo de hornos con una capacidad productiva superior a 50 toneladas diarias.</p>
8	<p>Instalaciones para la fabri</p>

	<p>cación de vidrio que utilicen plomo en el proceso, con una capacidad de fundición superior a 20 toneladas diarias.</p>
9	<p>Instalaciones para la producción de clorálcalis por electrolisis mediante el proceso de pila de</p>

	merc urio.
10	Insta lacio nes para la incin eraci ón de resid uos médi cos o pelig rosos con una capa cida d supe rior a 1 tonel ada por hora, o para la incin eraci ón conj unta de resid uos médi cos o pelig rosos , espe cific adas de



	conformidad con la legislación nacional.
11	Instalaciones para la incineración de residuos municipales con una capacidad superior a 3 toneladas por hora, o para la incineración conjunta de residuos municipales

	es, espe cific adas de conf ormi dad con la legis lació n naci onal.
--	--

### ANEXO III

Mejores técnicas disponibles para controlar las emisiones de metales pesados y sus compuestos procedentes de las categorías de fuentes relacionadas en el anexo II

#### I. Introducción.

1. Este anexo tiene por objeto orientar a las Partes para que puedan determinar las mejores técnicas disponibles para fuentes estacionarias que les permitan cumplir las obligaciones del Protocolo.

2. El término «mejores técnicas disponibles» (best available techniques, BAT) hace referencia a la fase más efectiva y avanzada en el desarrollo de actividades y sus métodos de trabajo que indican la idoneidad práctica de determinadas técnicas para servir de base, en principio, para valores límite de emisión destinados a prevenir y, si ello fuere inviable, a reducir en términos generales las emisiones y su impacto en el medio ambiente en su conjunto:

– el término «técnicas» incluye la tecnología utilizada, junto con la forma en que la instalación esté diseñada, construida, mantenida, explotada o paralizada,

– el término «disponibles» se refiere a técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el sector industrial correspondiente, en condiciones económica y técnicamente viables, teniendo en cuenta sus costes y ventajas, sin que importe que dichas técnicas puedan utilizarse o producirse en un territorio distinto del de la Parte en cuestión, siempre que el operador tenga la posibilidad razonable de acceder a las mismas,

– el término «mejores» significa que se trata de las más eficaces con miras a conseguir un alto nivel general de protección del medio ambiente en su conjunto.

Para determinar cuáles son las mejores técnicas disponibles, deberá prestarse especial consideración, generalmente o en casos específicos, a los factores siguientes, teniendo en cuenta los costes y beneficios probables de una medida y los principios de precaución y prevención:

- el uso de tecnología baja en residuos,
- el uso de sustancias menos peligrosas,
- el favorecimiento de la recuperación y el reciclaje de las sustancias generadas y utilizadas en el proceso y de los residuos,
- procesos, equipamientos o métodos de trabajo comparables que hayan sido probados con éxito a escala industrial,
- avances tecnológicos y variaciones de los conocimientos científico y la información científica,
- la naturaleza, los efectos y el volumen de las emisiones en cuestión,
- las fechas de puesta en servicio de instalaciones nuevas o existentes,
- el tiempo necesario para introducir la mejor técnica disponible,
- el consumo y la naturaleza de las materias primas (incluida el agua) utilizadas en el proceso y su eficiencia energética,
- la necesidad de evitar o reducir al mínimo el impacto total de las emisiones sobre el medio ambiente y los riesgos para el mismo,
- la necesidad de evitar accidentes y de minimizar sus consecuencias para el medio ambiente.

El concepto de «mejores técnicas disponibles» no tiene por objeto la prescripción de una técnica o tecnología específica, sino que se tengan en cuenta las características técnicas de la instalación en cuestión, su ubicación geográfica y las condiciones ambientales locales.

3. La información relativa a costes y resultados del control de emisiones se basa en documentación oficial del Órgano Ejecutivo y sus órganos auxiliares, en especial documentos recibidos y revisados por el Grupo de trabajo sobre emisiones de metales pesados y el Grupo de trabajo preparatorio específico sobre metales pesados. Además, se han tenido en cuenta otras informaciones internacionales sobre mejores técnicas disponibles para el control de emisiones (por ejemplo, las notas técnicas de la Comunidad Europea sobre las mejores técnicas disponibles (BAT), las recomendaciones de PARCOM (Comisión para la prevención de la contaminación marina de fuentes terrestres) sobre BAT, e información aportada directamente por expertos.

4. La experiencia con nuevos productos y nuevas plantas que incorporan técnicas de baja emisión, así como con la readaptación de plantas existentes, aumenta continuamente: por consiguiente, este anexo puede necesitar enmiendas y actualizaciones.

5. Este anexo enumera varias medidas de distinto coste y eficiencia. La elección de medidas para un caso particular dependerá de diversos factores, que pueden también

condicionarlas, incluidas las circunstancias económicas, la infraestructura tecnológica, la existencia de dispositivos de control de emisiones, la seguridad, el consumo de energía y si la fuente es nueva o existente.

6. El presente anexo tiene en cuenta las emisiones de cadmio, plomo y mercurio y sus compuestos, en forma sólida (aglomerados en partículas) y/o gaseosa. En general, no se considera aquí la naturaleza de estos compuestos. No obstante, se ha tenido en cuenta la eficiencia de los dispositivos de control de emisiones en relación con las propiedades físicas de los metales pesados, especialmente en el caso del mercurio.

7. Los valores de emisión expresados en mg/m<sup>3</sup> hacen referencia a condiciones estándar (volumen a 273,15 K, 101,3 kPa, gas seco) sin corrección en función del contenido de oxígeno salvo que se especifique lo contrario, y se calculan de acuerdo con el proyecto del Comité Europeo de Normalización (CEN) y, en algunos casos, de acuerdo con técnicas nacionales de muestreo y control.

II. Opciones generales para la reducción de las emisiones de metales pesados y sus compuestos.

8. Existen varias posibilidades para controlar o prevenir las emisiones de metales pesados. Las medidas de reducción de emisiones se centran en tecnologías complementarias y la modificación de procesos (inclusive el mantenimiento y control operativo). Están disponibles las siguientes medidas, que pueden aplicarse en función de las condiciones técnicas y/o económicas generales:

a) aplicación de tecnologías de producción de baja emisión, en especial en instalaciones nuevas;

b) depuración de gases de escape (medidas de reducción secundarias) con filtros, lavadores, absorbentes, etc.;

c) cambio o preparación de materias primas, combustibles y/u otros materiales de trabajo (por ejemplo, uso de materias primas con bajo contenido en metales pesados);

d) mejores prácticas de gestión, como un buen orden y limpieza, programas de mantenimiento preventivo, o medidas primarias tales como el encapsulado de los aparatos que generan polvo;

e) técnicas apropiadas de gestión ambiental para el uso y eliminación de ciertos productos que contengan cadmio, plomo y/o mercurio.

9. Es necesario supervisar los procedimientos de supresión para garantizar que se aplican correctamente las medidas y prácticas de control apropiadas y que se obtiene una reducción eficaz de las emisiones. La supervisión de los procedimientos de supresión incluirá:

a) la elaboración de un inventario de medidas de reducción anteriormente definidas que ya hayan sido aplicadas;

b) la comparación de las reducciones reales de las emisiones de cadmio, plomo y mercurio con los objetivos del Protocolo;

c) la caracterización de emisiones cuantificadas de cadmio, plomo y mercurio procedentes de las fuentes relevantes con técnicas apropiadas;

d) auditorías periódicas de las medidas de supresión por parte de las autoridades regulatorias a fin de asegurar la continuidad de su funcionamiento eficiente.

10. Las medidas de reducción de emisiones deberán ser eficientes en costes. Las consideraciones de estrategia eficiente en costes deberán basarse en los costes totales anuales por unidad suprimida (incluyendo la inversión y los costes de explotación).

También deberán considerarse los costes de reducción de emisiones con respecto al proceso global.

### III. Técnicas de control.

11. Las principales categorías de técnicas de control disponibles para la supresión de emisiones de cadmio, plomo y mercurio consisten en medidas primarias tales como la sustitución de materias primas y/o combustibles y el uso de tecnologías industriales de baja emisión, y medidas secundarias tales como el control de emisiones fugitivas y la depuración de gases de escape. En el capítulo IV se especifican técnicas sectoriales concretas.

12. Los datos sobre eficiencia se derivan de la experiencia práctica y se considera que reflejan las capacidades de las instalaciones actuales. La eficiencia total de las reducciones de gases de combustión y emisiones fugitivas depende en gran medida del rendimiento de evacuación de los colectores de polvo y gases (por ejemplo, campanas de aspiración). Se han acreditado eficiencias de captura/recogida superiores al 99%. En determinados casos, la experiencia ha demostrado que las medidas de control pueden reducir las emisiones totales un 90% o más.

13. En el caso de las emisiones de cadmio, plomo y mercurio aglomeradas en partículas, es posible capturar los metales por medio de dispositivos separadores de polvo. La tabla 1 indica concentraciones típicas de polvo tras depurar gases con técnicas seleccionadas. La mayoría de estas medidas se han aplicado generalmente en diversos sectores. La tabla 2 describe el rendimiento mínimo esperado de las técnicas seleccionadas para capturar mercurio gaseoso. La aplicación de estas medidas depende de los procesos utilizados y su relevancia es mayor si las concentraciones de mercurio en los gases de combustión son altas.

Tabla 1: Rendimiento de los dispositivos separadores de polvo expresado en concentraciones medias de polvo por hora.

	<b>Concentraciones de polvo tras la depuración (mg/m<sup>3</sup>)</b>
Filtros textiles.	< 10
Filtros textiles de tipo membrana.	< 1
Precipitadores electrostáticos secos.	< 50

Precipitadores electrostáticos húmedos.	< 50
Lavadores de alta eficiencia.	< 50

Nota: Los ciclones y lavadores de media y baja presión suelen presentar una menor eficiencia de eliminación de polvo.

Tabla 2: Rendimiento mínimo esperado de los separadores de mercurio, expresado en concentraciones medias de mercurio por hora

	<b>Contenido de mercurio tras la depuración (mg/m<sup>3</sup>)</b>
Filtro de selenio.	< 0,01
Lavador de selenio.	< 0,2
Filtro de carbono.	< 0,01
Inyección de carbono + separador de polvo.	< 0,05
Proceso de cloruro Odda Norzink.	< 0,1
Proceso de sulfuro de plomo.	< 0,05
Proceso Bolkem (tiosulfato).	< 0,1

14. Es preciso garantizar que estas técnicas de control no creen otros problemas ambientales. Deberá evitarse un determinado proceso de baja emisión al aire si empeora el impacto ambiental total de la descarga de metales pesados, por ejemplo debido a una mayor contaminación del agua por efluentes líquidos. También es preciso tener en cuenta el destino del polvo capturado a consecuencia de la mejora de la depuración de gases. Un impacto negativo para el medio ambiente derivado de la manipulación de estos residuos reducirá la ventaja obtenida con la disminución de las emisiones de polvo y humos industriales a la atmósfera.

15. Las medidas de reducción de emisiones pueden concentrarse en técnicas industriales así como en la depuración de gases de escape. Ambas no son independientes entre sí; la elección de un proceso determinado podría descartar algunos métodos de depuración de gases.

16. La elección de una técnica de control dependerá de parámetros tales como la concentración y/o la naturaleza de los contaminantes en el gas crudo, el caudal volumétrico del gas y la temperatura del gas, entre otros. Por consiguiente, los campos de aplicación pueden solaparse; en tal caso, deberá elegirse la técnica más apropiada según las condiciones específicas del caso.

17. A continuación se describen medidas adecuadas para reducir las emisiones de gases de chimenea en varios sectores. Es preciso tener en cuenta las emisiones fugitivas. El control de las emisiones de polvo asociadas a la descarga, manipulación y almacenamiento de materias primas o subproductos, aunque no es relevante para el transporte a gran distancia, puede ser importante para el medio ambiente local. Las emisiones pueden reducirse trasladando estas actividades a naves completamente cerradas, que pueden equiparse con instalaciones de ventilación y extracción de polvo,

sistemas de pulverización u otros controles adecuados. En caso de almacenamiento en áreas descubiertas, la superficie del material deberá protegerse de otro modo frente a la fuerza de arrastre del viento. Los caminos y áreas de almacenamiento deberán mantenerse limpios.

18. Las cifras de coste/inversión indicadas en las tablas se han obtenido de diversas fuentes y son muy específicas. Están expresadas en dólares estadounidenses (USD) de 1990, año en que 1 dólar estadounidense equivalía a 0,8 ecus. Dependen de factores tales como la capacidad de la planta, la eficiencia de eliminación y la concentración del gas crudo, el tipo de tecnología y la elección de nuevas instalaciones en lugar de la readaptación.

#### IV. Sectores.

19. Este capítulo contiene una tabla por cada sector relevante que indica las principales fuentes de emisión, las medidas de control basadas en las mejores técnicas disponibles, su eficiencia de reducción específica y los costes asociados, si se conocen. Salvo indicación contraria, las eficiencias de reducción indicadas en las tablas se refieren a emisiones directas de gases de chimenea.

Combustión de combustibles fósiles en calderas industriales y calderas de compañías de servicios públicos (anexo II, categoría 1).

20. La combustión de carbón en calderas industriales y de compañías de servicios públicos es una fuente importante de emisiones de mercurio de carácter antropogénico. El contenido en metales pesados es normalmente varios órdenes de magnitud superior en el carbón que en el petróleo o el gas natural.

21. La mejora de la eficiencia en la conversión de energía y las medidas de conservación de la energía provocará una disminución de las emisiones de metales pesados gracias a la reducción del consumo de combustible. La combustión de gas natural o combustibles alternativos con un bajo contenido en metales pesados en lugar del carbón también daría lugar a una reducción significativa de las emisiones de metales pesados, como el mercurio. La tecnología de ciclo combinado de gasificación integral (integrated gasification combined cycle, IGCC) es una nueva tecnología para centrales energéticas con un bajo potencial de emisiones.

22. Con excepción del mercurio, los metales pesados se emiten en estado sólido, asociados con partículas de cenizas volantes. Las diferentes tecnologías de combustión de carbón presentan diferentes magnitudes de generación de cenizas volantes: las calderas de parrilla, un 20-40%; la combustión en lecho fluidizado, un 15%; las calderas de fondo seco (combustión de carbón pulverizado), un 70-100% de ceniza total. Se ha confirmado que el contenido de metales pesados es superior en la fracción de partículas de pequeño tamaño de las cenizas volantes.

23. El beneficio (por ejemplo «lavado» o «biotratamiento») del carbón reduce el contenido en metales pesados asociado a la materia inorgánica del carbón. Sin embargo, el grado de eliminación de metales pesados varía mucho con esta tecnología.

24. Puede obtenerse una eliminación total de polvo superior al 99,5% con precipitadores electrostáticos (electrostatic precipitators, ESP) o filtros textiles (fabric

filters, FF), consiguiéndose en muchos casos concentraciones de polvo en torno a 20 mg/m3. Con excepción del mercurio, las emisiones de metales pesados pueden reducirse al menos un 90-99%, correspondiendo la cifra inferior a los elementos más fácilmente volatilizados. La baja temperatura del filtro contribuye a reducir el contenido de gases de escape del mercurio gaseoso.

25. La aplicación de técnicas de reducción de emisiones de óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre y partículas de los gases de combustión también puede eliminar los metales pesados. Deberá evitarse el posible impacto entre los distintos medios con un tratamiento apropiado de las aguas residuales.

26. Utilizando las técnicas mencionadas, la eficiencia en la eliminación del mercurio varía mucho de una planta a otra, como puede verse en la tabla 3. Continúan las investigaciones para desarrollar técnicas de eliminación de mercurio pero, hasta que estén disponibles a escala industrial, no se ha definido la mejor técnica disponible para el fin específico de la eliminación del mercurio.

Tabla 3: Medidas de control, eficiencia y costes de reducción de emisiones de combustibles fósiles.

	Medidas de control (sede)	Eficiencia de reducción	Costes
Combustibles fósiles	CCB	CCB	CCB



ión de gaseos.	efuelgas.	0070-80.	efíficos.
Combinación de carbón.	Cambiodel carbón.	Polvo: 70-100.	Muy específicas.

m i s i o n e s d e m e t a l e s p e s a d o s.	E S P (l a d o f r í o ).	C d , P b : >	I n v e r s i ó n		e s p e c í f i c a d e : 5 - 1 0
---	--	---------------------------------	---	--	---

			U S D / m 3  d e g a s r e s i d u a l p o r h o r a ( >  2 0 0 . 0 0 0  m 3  / h ) .
	D e s u	C d , P	

l	b
u	:
r	>
a	9
ci	0
ón	H
h	g
ú	:
m	1
e	0
d	-
a	9
d	0
e	(
g	b
a	)
s	.
e	
s	
d	
e	
c	
o	
m	
b	
u	
st	
i	
ón	
h	
ú	
m	
e	
d	
o	
s	(f
	l
	u
	e
	g
	a
	s
	d
	e
	s
	u
	l

<p>phurization, FGD) (a).</p>	<p>Filtros textiles (FF).</p>	<p>Cd : &gt; 95 Pb : &gt; 99 Hg : 10 - 60 .</p>	<p>Inversión específica : de 8 - 15 USD /</p>
-------------------------------	-------------------------------	---	---

			m 3
			d e g a s
			r e s i d u a l
			p o r h o r a
			( >
			2 0 0
			0 0 0
			m 3 / h ) .

(a) La eficiencia en la eliminación de mercurio (Hg) aumenta con la proporción de mercurio iónico. Las instalaciones de reducción catalítica selectiva de altas concentraciones de polvo (selective catalytic reduction, SCR) facilitan la formación de Hg(II).

(b) Esto se refiere principalmente a la reducción de SO<sub>2</sub>. La reducción de las emisiones de metales pesados es un beneficio colateral (inversión específica de 60-250 USD/kWel).

Industria primaria del hierro y el acero (anexo II, categoría 2).

27. Esta sección trata de las emisiones procedentes de plantas de sinterización, plantas de granulado, altos hornos y acerías con horno de oxígeno básico (basic oxygen furnace, BOF). Las emisiones de cadmio, plomo y mercurio están asociadas a partículas. El contenido en metales pesados nocivos presentes en el polvo emitido depende de la composición de las materias primas y de los tipos de metales de aleación añadidos en la fabricación de acero. La tabla 4 indica las medidas de reducción de emisiones más relevantes. Siempre que sea posible deberán utilizarse filtros textiles; si las condiciones lo impiden, pueden utilizarse precipitadores electrostáticos y/o lavadores de alta eficiencia.

28. Si se utilizan las mejores técnicas disponibles (BAT) en la industria primaria del hierro y el acero, la emisión total específica de polvo directamente relacionado con el proceso puede reducirse hasta los niveles siguientes:

plantas de sinterización:	40 a 120 g/Mg,
plantas de granulado:	40 g/Mg,
alto horno:	35 a 50 g/Mg,
horno de oxígeno básico(BOF):	35 a 70 g/Mg.

29. La depuración de gases a base de filtros textiles reducirá el contenido de polvo a menos de 20 mg/m<sup>3</sup>, mientras que los precipitadores electrostáticos y los lavadores reducirán el contenido de polvo a 50 mg/m<sup>3</sup> (en promedio por hora). Sin embargo, existen muchas aplicaciones de los filtros textiles en la industria primaria del hierro y el acero que pueden conseguir valores muy inferiores.

Tabla 4: Fuentes de emisión, medidas de control, eficiencias y costes de reducción de polvo en la industria primaria del hierro y el acero

		E	C
		f	o
	M	i	s
F	e	d	i
e	i	e	e
n	d	n	d
t	a	c	e
e	(s	i	a
d	)	a	s
e	d	u	p
e	e	d	p
m	c	e	r
i	o	r	e
s	n	e	s
i	t	d	i
ó	r	u	ó
n	o	c	n
	l	c	
		i	(
		ó	c

		no de p o l v o ( %) )	o s t e t o t a l e n U S D )
P l a n t a s d e s i n t e r i z a c i ó n	S i n t e r i z a c i ó n s c o n s i s t e n t e s o p t i m i z a d a s. L a	a p r o x · 5 0 > 9 0 > 9 9	- - -



	v a d o r e s y E S P · F i l t r o s t e x t i l e s.		
P l a n t a s d e g r a n u l a d o ·	E S P + r e a c t o r d e c a l + f i l t r o s t e x t i l e s. L a	> 9 9 > 9 5	- -

	v a d o r e s.		
A l t o s h o r n o s D e p u r a c i ó n d e g a s e s e n a l t o s h o r n o s · B O	F F / E S P · L a v a d o r e s h ú m e d o s. E S P h ú m e d o s.	> 9 9 > 9 9 > 9 9	E S P : 0 , 2 4 - 1 / M g d e h i e r r o e n l i n g o t e s · - -
· B O	E x t r a	> 9 9	E S P

F .	c i ó n p r i m a r i a d e p o l v o : s e p a r a d o r h ú m e d o / E S P / F F .		s e c o : 2 , 2 5 / M g d e a c e r o .
E x t r a c c i ó n	>	9 7	F F : 0 , 2 6 /

	s e c u n d a r i a d e p o l v o : E S P s e c o / F M .		M g d e a c e r o .
E m i s i o n e s f u g i t i v a s .	C i n t a s t r a n s p o r t a d o r a s c e r r	8 0 - 9 9	-

a d a s, e n c a p s u l a d o , h u m e c t a c i ó n d e l m a t e r i a l m a c e n a d o , l i m p i e z a d e c		
---	--	--

a			
rr			
et			
e			
r			
a			
s.			

30. La reducción directa y la fundición directa están en fase de desarrollo y pueden reducir la necesidad de plantas de sinterización y altos hornos en el futuro. La aplicación de estas tecnologías depende de las características del mineral y exige procesar el producto resultante en un horno de arco eléctrico, equipado con controles apropiados.

Industria secundaria del hierro y el acero (anexo II, categoría 3).

31. Es muy importante capturar todas las emisiones eficientemente. Ello es posible instalando cámaras abovedadas o campanas móviles o mediante la evacuación total de la nave. Es preciso depurar las emisiones capturadas. En todos los procesos emisores de polvo en la industria secundaria del hierro y el acero, la extracción de polvo con filtros textiles, que reduce el contenido de polvo a menos de 20 mg/m<sup>3</sup>, se considerará una BAT (mejor técnica disponible). Si también se utiliza una BAT para minimizar las emisiones fugitivas, la emisión de polvo específica (incluidas las emisiones fugitivas directamente relacionadas con el proceso) no superará el rango de 0,1 a 0,35 kg/mg de acero. Hay muchos ejemplos de contenido de polvo en gases limpios por debajo de 10 mg/m<sup>3</sup> utilizando filtros textiles. La emisión de polvo específica suele ser en tales casos inferior a 0,1 kg/mg.

32. Para la fundición de chatarra se utilizan dos tipos de horno diferentes: hornos de reverbero y hornos de arco eléctrico (electric arc furnace, EAF) en los casos en que los hornos de reverbero están a punto de quedar desfasados.

33. El contenido de los metales pesados nocivos presentes en el polvo emitido depende de la composición de la chatarra de hierro y acero y de los tipos de metales de aleación añadidos en la fabricación de acero. Las mediciones realizadas en EAF han demostrado que el 95% del mercurio emitido y el 25% de las emisiones de cadmio toman la forma de vapor. La tabla 5 indica las medidas de reducción de las emisiones de polvo más relevantes.

Tabla 5: Fuentes de emisión, medidas de control, grado de eficiencia y costes de reducción de polvo en la industria secundaria del hierro y el acero.

Fuente de emisión	Medida(s) de control	de Eficiencia de reducción de polvo (%)	de Costes de supresión (coste total en USD)
EAF.	ESP FF.	> 99 > 99,5	– FF: 24/Mg de acero.

Funderías de hierro (anexo II, categoría 4)

34. Es muy importante capturar todas las emisiones eficientemente. Ello es posible instalando cámaras abovedadas o campanas móviles o mediante la evacuación total de la nave. Es preciso depurar las emisiones capturadas. En las funderías de hierro se trabaja con hornos de cubilote, hornos de arco eléctrico y hornos de inducción. Las emisiones directas de metales pesados en estado gaseoso y en partículas están especialmente asociadas a la fundición y, en algunos casos y en menor medida, a la colada. Las emisiones fugitivas proceden de la manipulación de materias primas, de la fundición, de la colada y del desbarbado. La tabla 6 indica las medidas de reducción de emisiones más relevantes con sus datos de eficiencia posible y costes de reducción, si se conocen. Estas medidas pueden reducir las concentraciones de polvo a 20 mg/m<sup>3</sup> o menos.

35. La industria de fundición del hierro comprende una gran diversidad de plantas de procesamiento. En las instalaciones existentes más pequeñas, las medidas indicadas pueden no ser BAT si no son económicamente viables.

Tabla 6: Fuentes de emisión, medidas de control, grado de eficiencia y costes de reducción de polvo en funderías de hierro

Fuente de emisión	Medida(s) de control	Eficiencia de reducción de polvo (%)	Costes de supresión (coste total en USD)
EAF.	ESP FF.	> 99 > 99,5	– FT: 24/Mg de hierro.
Horno de inducción.	FF/absorción seca + FF.	> 99	–
Cubilote de tiro frío.	Extracción bajo la puerta: FF.	> 98	–
	Extracción sobre la puerta: FF + preextracc. de polvo. FF + quimioadsorción.	> 97 > 99	8-12/Mg de hierro. 45/Mg de hierro.
Cubilote de tiro caliente.	FF + preextracción. Desintegrador/lavador Venturi.	> 99 > 97	23/Mg de hierro. –

Industria primaria y secundaria de metales no férreos (anexo II, categorías 5 y 6).

36. Esta sección trata de las emisiones y del control de emisiones de cadmio, plomo y mercurio en la producción primaria y secundaria de metales no férreos como el plomo, el cobre, el zinc, el estaño y el níquel. Debido a la gran cantidad de materias primas diferentes utilizadas y a los diversos procesos aplicados, en este sector pueden emitirse casi todo tipo de metales pesados y sus compuestos. Dados los metales pesados nocivos contemplados en este anexo, la producción de cobre, plomo y zinc es particularmente relevante.

37. Los minerales y concentrados de mercurio se procesan inicialmente por trituración, y a veces por tamizado. Las técnicas de beneficio del mineral no se utilizan

extensivamente, aunque se ha aplicado la flotación en algunas instalaciones de transformación de mineral de baja calidad. Después se calienta el mineral triturado bien en retortas (en plantas pequeñas), bien en hornos (en plantas grandes), a las temperaturas de sublimación del sulfuro mercuríco. El vapor de mercurio resultante se condensa en un sistema de enfriamiento y se recoge en forma de mercurio metálico. Es preciso eliminar el hollín de los condensadores y cubas de sedimentación, tratarlo con cal y devolverlo al horno o retorta.

38. El mercurio puede recuperarse eficientemente con las técnicas siguientes:

- medidas de reducción de la generación de polvo durante las operaciones de extracción minera y almacenamiento, incluida la minimización del tamaño de las pilas de almacenaje,
- calentamiento indirecto del horno,
- mantener el mineral lo más seco posible,
- situar el gas introducido en el condensador a una temperatura de sólo 10 a 20 °C por encima del punto de rocío,
- mantener la temperatura de salida lo más baja posible, y
- pasar los gases de reacción a través de un lavador postcondensación y/o un filtro de setenio.

La formación de polvo puede mantenerse baja mediante calentamiento indirecto, procesamiento separado de las clases de mineral de grano fino y el control del contenido de agua del mineral. El polvo debe eliminarse del gas de reacción caliente antes de que entre en la unidad de condensación de mercurio con ciclones y/o precipitadores electrostáticos.

39. Para la producción de oro por amalgama, pueden aplicarse estrategias similares a las utilizadas con el mercurio. El oro también se produce con técnicas distintas de la amalgama, que se consideran preferibles para plantas nuevas.

40. Los metales no féreos se producen principalmente a partir de minerales sulfúricos. Por razones técnicas y de calidad del producto, el gas de escape debe someterse a una minuciosa extracción de polvo (< 3 mg/m<sup>3</sup>) y también podría ser necesaria una eliminación adicional del mercurio antes de introducirlo en una planta de contacto de SO<sub>2</sub> minimizando también de este modo las emisiones de metales pesados.

41. Deberán utilizarse filtros textiles cuando sea apropiado. Permiten obtener un contenido de polvo inferior a 10 mg/m<sup>3</sup>. El polvo de toda la producción pirometalúrgica se reciclará dentro o fuera de la fábrica, siempre que se proteja la salud de los trabajadores.

42. Para la producción primaria de plomo, las primeras experiencias indican que existen nuevas e interesantes tecnologías de reducción en fundición directa sin sinterización de los concentrados. Estos procesos son ejemplos de una nueva generación de tecnologías de fundición directa autógena de plomo que contaminan menos y consumen menos energía.



43. El plomo secundario se produce principalmente a partir de baterías usadas de coches y camiones, que se desmantelan antes de cargarse en el horno de fundición. Esta BAT debe incluir una operación de fundición en un horno giratorio corto u horno de cuba. Los quemadores de oxicomcombustible pueden reducir el volumen de gases residuales y la producción de polvo de combustión en un 60%. La depuración de los gases de combustión con filtros textiles permite conseguir niveles de concentración de polvo de 5 mg/m<sup>3</sup>.

44. La producción primaria de zinc se realiza por medio de la tecnología de electroextracción por tostación-lixiviación. La lixiviación a presión puede ser una alternativa a la tostación y puede considerarse una BAT para nuevas plantas en función de las características del concentrado. Las emisiones de la producción pirometalúrgica de zinc en hornos de fundición imperial (imperial smelting, IS) puede minimizarse utilizando un tragante de horno de doble cono y depurando con lavadores de alta eficiencia, una evacuación y depuración eficiente de gases procedentes de coladas de plomo y escoria, y una depuración minuciosa (< 10 mg/m<sup>3</sup>) de los gases de escape del horno ricos en CO.

45. Para recuperar el zinc de los residuos oxidados se procesan éstos en un horno IS. Primero se tratan los residuos de muy bajo contenido y el polvo de combustión (por ejemplo, de la industria del acero) en hornos giratorios (hornos Waelz) en los que se fabrica un óxido con un alto contenido de zinc. Los materiales metálicos se reciclan por fundición en hornos de inducción o en hornos con calentamiento directo o indirecto por gas natural o combustibles líquidos o en retortas verticales New Jersey, en las que pueden reciclarse muy diversos materiales secundarios oxídicos o metálicos. También puede recuperarse zinc de la escoria de los hornos de plomo con un proceso de reducción de escorias.

Tabla 7 (a): Fuentes de emisión, medidas de control, grado de eficiencia y costes de reducción de polvo en la industria primaria de metales no férreos.

Fuentes de emisión	Medidas de control	Eficiencia de reducción (%)	Costes de depuración (c)
--------------------	--------------------	-----------------------------	--------------------------

		ó n d e	o s t e
		p t o l v o l e n ( % )	U S D )
E m i s i o n e s f u g i t i v a s.	C a m p a ñ a s d e a s p i r a c i ó n , e n c a p s u l a d o ,	> 99	-

	e t c ; d e p u r a c i ó n d e g a s e s d e e s c a p e p o r F F .	
T o s t a c i ó n/ s i n t e r i z a c i	S i n t e r i z a c i ó n d e	7 - 1 0 / M g - H 2 S O 4 .

ó n.	ti r o a s c e n d e n t e : E S P + l a v a d o r e s ( a n t e s d e l a p l a n t a d e á c i d o		
---------	---	--	--

	s u l f ú r i c o d e d o b l e c o n t a c t o ) + F F P a r a g a s e s d e c o l a .		
F u n d i c i ó n	H o r n o d e	-	-

c o n v e n c i o n a l (r e d u c i ó n e n a l to h o r n o ).	c u b a : t r a g a n t e c e r r a d o / e v a c u a c i ó n e f i c i e n t e d e p i q u e r a s + F		
--	--	--	--

	F , r e g u e r a s c u b i e r t a s, t r a g a n t e d e h o r n o d e d o b l e c o n o .		
F u n d i c i	L a v a d	> 9 5 -	- 4 / M

<p>           ó n i m p e r i a l ( I S ).         </p>	<p>           o d e a l t a e f i c i e n c i a L a v a d o r e s V e n t u r i T r a g a n t e d e h o r n o d e d o b         </p>	<p>           - g d e m e t a l p r o d u c i d o .         </p>
---	--	--



	l e c c o n o .		
L i x i v i a c i ó n a p r e s i ó n.	L a a p l i c a c i ó n d e p e n d e d e l a s c a r a c t e r í s t i c a s d e l i x i v	> 9 9	E s p e c í f i c o s d e l a p l a n t a .

	i a c i ó n d e l o s c o n c e n t r a d o s.		
P r o c e s o s d e r e d u c c i ó n p o r f u n d i c i ó n	F u s i ó n r á p i d a , p o r e j e m p l o p r o c	—	—

di re ct a.	e s o s d e K i v c e t, O u t o k u m p u y M it s u b i s h i.		
	F u s i ó n e n b a ñ o , p o r e j	A u s m: e l t : P e b 7 7 , C e d 9	Q S L : c o s t e s d e e x p l

e m p l o c o n v e r t i d o r g g i r a t o r i o c o n s o p l a d o p o r t r a g a n t e , p r o c e s o	7 ; Q S L : P b 9 2 , C d / M 9 3	o t a c i ó n d e 6 0 / M g P b .
---	-----------------------------------	-----------------------------------

s	d	e	A	u	s	m	e	l	,	I	s	a	s	m	e	l	,	Q	S	L	y	N	o	r	a	n	d	a	.
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabla 7 b): Fuentes de emisión, medidas de control, eficiencias y costes de reducción de polvo en la industria secundaria de metales no férricos.

<b>Fuente de emisión</b>	<b>Medida(s) de control</b>	<b>Eficiencia de reducción de polvo (%)</b>	<b>Costes de supresión (coste total en USD)</b>
Producción de plomo.	Horno giratorio corto: campanas de aspiración para piqueras + FF; condensador tubular, quemador de oxigás.	99,9	45/Mg Pb.
Producción de zinc.	Fundición imperial (IS).	>95	14/Mg Zn.

46. En general, los procesos deberán combinarse con un recogedor de polvo eficaz para gases primarios y emisiones fugitivas. Las tablas 7 (a) y 7 (b) indican las medidas

de reducción de emisiones más relevantes. En algunos casos se han conseguido concentraciones de polvo inferiores a 5 mg/m<sup>3</sup> utilizando filtros textiles.

Industria cementera (anexo II, categoría 7).

47. Los hornos de cemento pueden utilizar combustibles secundarios, como aceite residual o neumáticos de desecho. Si se utilizan residuos, pueden aplicarse los requisitos sobre emisiones para los procesos de incineración de residuos, y si se utilizan residuos peligrosos, en función de la cantidad utilizada en la planta, pueden aplicarse los requisitos sobre emisiones para procesos de incineración de residuos peligrosos. Sin embargo, este apartado se refiere a los hornos alimentados con combustibles fósiles.

48. Se emiten partículas en todas las fases del proceso de producción de cemento, consistentes en la manipulación de materiales, la preparación de materias primas (trituradoras, secadoras), la producción de escoria cementera y la preparación del cemento. Los metales pesados se introducen en el horno de cemento junto con las materias primas y los combustibles fósiles y los procedentes de residuos.

49. Para la producción de escoria cementera existen los tipos de hornos siguientes: horno giratorio largo húmedo, horno giratorio largo seco, horno giratorio con precalentador de ciclón, horno giratorio con precalentador de parrilla y horno de cuba. En términos de necesidades energéticas y oportunidades de control de emisiones, son preferibles los hornos giratorios con precalentador de ciclón.

50. A efectos de termorrecuperación, los gases de escape del horno giratorio son conducidos a través del sistema de precalentamiento y de los molinos secadores (si están instalados) antes de someterse a la extracción de polvo. El polvo recogido vuelve al material de alimentación.

51. Los gases de escape liberan menos del 0,5% del plomo y del cadmio que entran al horno. El alto contenido de álcali y la acción de lavado del horno propician la retención de metal en la escoria cementera o polvo de horno.

52. Las emisiones de metales pesados al aire pueden reducirse, por ejemplo, realizando una toma de purga y acumulando el polvo recogido en lugar de devolverlo a la alimentación de materia prima. Sin embargo, deberán ponderarse estas consideraciones en cada caso frente a las consecuencias de la liberación de los metales pesados a la pila de residuos. Otra posibilidad es la derivación de ceniza caliente, que se descarga en parte justo delante de la entrada del horno y se lleva a la planta de preparación de cemento. La alternativa es añadir el polvo a la escoria cementera. Otra medida importante es manejar el horno de manera estable y muy bien controlada, a fin de evitar paradas de emergencia de los precipitadores electrostáticos, que pueden ser provocadas por excesivas concentraciones de CO. Es importante evitar altos picos de emisiones de metales pesados en el caso de que se produzca una parada de emergencia.

53. La tabla 8 indica las medidas de reducción de emisiones más relevantes. Para reducir las emisiones directas de polvo de trituradoras, molinos y secadoras, se utilizan principalmente filtros textiles, mientras que los gases residuales del horno y del enfriador de escoria cementera se controlan con precipitadores electrostáticos. Con los precipitadores electrostáticos (ESP), las concentraciones de polvo pueden reducirse a menos de 50 mg/m<sup>3</sup>. Si se utilizan filtros textiles (FF), el contenido de polvo en gas limpio puede reducirse a 10 mg/m<sup>3</sup>.

Tabla 8: Fuentes de emisión, medidas de control, grado de eficiencia y costes de reducción en la industria cementera.

Fuente de emisión	Medida(s) de control	Eficiencia de reducción (%)	Costes de supresión
Emisiones directas de trituradoras, molinos o secadoras.	FF.	Cd, Pb: > 95.	–
Emisiones directas de hornos giratorios o enfriadores de escoria cementera.	ESP.	Cd, Pb: > 95.	–
Emisiones directas de hornos giratorios.	Adsorción de carbono.	Hg: > 95.	–

#### Industria del vidrio (anexo II, categoría 8)

54. En la industria del vidrio, las emisiones de plomo son especialmente importantes dados los diversos tipos de vidrio en los que se introduce plomo como materia prima (por ejemplo, vidrio ornamental o tubos de rayos catódicos). En el caso del vidrio de sosa y cal para recipientes de vidrio, las emisiones de plomo dependen de la calidad del vidrio reciclado utilizado en el proceso. El contenido de plomo en el polvo procedente de la fundición de vidrio ornamental suele oscilar entre un 20 y un 60%.

55. Las emisiones de polvo proceden principalmente de la mezcla de la carga, de los hornos, de fugas difusas de aberturas del horno, y del acabado y chorreado de productos de vidrio. Dependen notablemente del tipo de combustible utilizado, del tipo de horno y del tipo de vidrio producido. Los quemadores de oxicomcombustible pueden reducir un 60 % el volumen de gases residuales y la producción de polvo de combustión. Las emisiones de plomo derivadas del calentamiento eléctrico son considerablemente inferiores a las provocadas por la combustión de petróleo/gas.

56. La carga se funde en cubas continuas, cubas de día o crisoles. Durante el ciclo de fundición con hornos discontinuos, la emisión de polvo varía enormemente. Las emisiones de polvo de las cubas de vidrio ornamental (< 5 kg/Mg de vidrio fundido) son superiores a las de otras cubas (< 1 kg/Mg de vidrio fundido de sosa y potasa).

57. Algunas medidas para reducir emisiones de polvo directas que contengan metales son: granular la carga de vidrio, cambiar el sistema de calentamiento y pasar de la combustión de petróleo/gas al calentamiento eléctrico, aumentar la parte de los desperdicios de fundición de vidrio en la carga, y aplicar una mejor selección de materias primas (distribución de tamaños) y vidrio reciclado (evitando las fracciones con contenido de plomo). Los gases de escape pueden depurarse con filtros textiles, reduciendo las emisiones a menos de 10 mg/m<sup>3</sup>. Con precipitadores electrostáticos se consiguen 30 mg/m<sup>3</sup>. La tabla 9 indica las respectivas eficiencias de reducción de emisiones.

58. Prosigue el desarrollo de vidrio ornamental sin compuestos de plomo.

Tabla 9: Fuentes de emisión, medidas de control eficiencias y costes de reducción de polvo en la industria del vidrio.

Fuente de emisión	Medida(s) de control	de	Eficiencia de reducción de polvo (%)	Costes de supresión (coste total)
Emisiones directas.	FF.		>98	–
	ESP.		>90	–

Industria de cloroálcalis (anexo II, categoría 9).

59. En la industria de cloroálcalis, Cl2, se producen hidróxidos alcalinos e hidrógeno por electrólisis de una solución salina. En las plantas actuales se utilizan habitualmente los procesos de mercurio y de diafragma, necesitando ambos la introducción de prácticas adecuadas para evitar problemas ambientales. El proceso de membrana no provoca emisiones directas de mercurio. Más aún, demanda menos energía electrolítica y más energía térmica para la concentración de los hidróxidos alcalinos (otorgando el equilibrio energético global una ligera ventaja a la tecnología de pilas de membrana, entre un 10 y un 15 %) y presenta un mejor funcionamiento de las pilas. Por consiguiente, se considera la opción preferible para las nuevas plantas. La Decisión 90/3, de 14 de junio de 1990, de la Comisión para la prevención de la contaminación marina de fuentes terrestres (PARCOM) recomienda que se abandonen las plantas existentes de cloroálcalis de pilas de mercurio en cuanto sea factible, con el objetivo de suprimirlas completamente para el año 2010.

60. Se afirma que la inversión específica para reemplazar las pilas de mercurio por el proceso de membrana es del orden de 700-1 000 USD/mg de capacidad de Cl2. Aunque pueden producirse costes adicionales derivados, entre otras cosas, del aumento de los costes de los servicios públicos y del coste de depuración de la salmuera, en la mayoría de los casos disminuirá el coste de explotación. Esto se debe al ahorro derivado principalmente del menor consumo de energía y de los menores costes de tratamiento de aguas residuales y eliminación de residuos.

61. Las fuentes de emisión de mercurio al medio ambiente en el proceso de mercurio son la ventilación de la sala de pilas, los escapes del proceso, los productos (particularmente hidrógeno) y las aguas residuales. Con respecto a las emisiones al aire, el mercurio emitido difusamente por las pilas a la sala de pilas es especialmente importante. El control y las medidas de prevención revisten gran importancia y deben establecerse prioridades en función de la importancia relativa de cada fuente en una instalación determinada. En cualquier caso, se requieren medidas de control específicas cuando se recupera mercurio de los lodos derivados del proceso.

62. Las medidas siguientes pueden reducir las emisiones de las plantas de mercurio existentes:

- medidas técnicas y de control de proceso para optimizar el funcionamiento y mantenimiento de las pilas y métodos de trabajo más eficientes,
- recubrimientos, juntas de estanqueidad y purgas controladas por aspiración,
- limpieza de las salas de pilas y medidas que faciliten su mantenimiento en condiciones de limpieza, y



– limpieza de flujos de gas limitados (ciertos flujos de aire contaminado y gas hidrógeno).

63. Estas medidas pueden reducir las emisiones de mercurio a valores muy inferiores a 2,0 g/Mg de capacidad de producción de Cl<sub>2</sub>, expresadas como media anual. Hay ejemplos de plantas que pueden conseguir emisiones muy inferiores a 1,0 g/mg de capacidad de producción de Cl<sub>2</sub>. A consecuencia de la Decisión 90/3 de PARCOM, las plantas existentes de cloroálcalis a base de mercurio tuvieron que cumplir el nivel de 2 g de Hg/mg de Cl<sub>2</sub>, antes del 31 de diciembre de 1996 con respecto a las emisiones comprendidas en el Convenio para la prevención de la contaminación marina procedente de fuentes terrestres. Como las emisiones dependen en gran medida de unas buenas prácticas de trabajo, la media dependerá de que éstas se observen e incluirá períodos de mantenimiento de un año o menos.

Incineración de residuos municipales, sanitarios y peligrosos (anexo II, categorías 10 y 11).

64. La incineración de residuos municipales, sanitarios y peligrosos produce emisiones de cadmio, plomo y mercurio. El proceso volatiliza el mercurio, una parte sustancial del cadmio y pequeñas partes de plomo. Es preciso tomar medidas específicas antes y después de la incineración para reducir estas emisiones.

65. Se considera que la mejor tecnología disponible para extraer el polvo son los filtros textiles combinados con métodos secos o húmedos para controlar las materias volátiles. También pueden diseñarse precipitadores electrostáticos combinados con sistemas húmedos para alcanzar bajas emisiones de polvo, pero ofrecen menos oportunidades que los filtros textiles, especialmente con pre-revestimientos para la adsorción de materias contaminantes volátiles.

66. Si se utiliza la BAT para depurar los gases de combustión, la concentración de polvo se reducirá del 10 al 20 mg/m<sup>3</sup>; en la práctica se alcanzan concentraciones menores, y en algunos casos se han declarado concentraciones inferiores a 1 mg/m<sup>3</sup>. La concentración de mercurio puede reducirse a una gama de 0,05 a 0,10 mg/m<sup>3</sup> (normalizada al 11 % de O<sub>2</sub>).

67. La tabla 10 indica las medidas de reducción de emisiones secundarias más relevantes. Es difícil dar datos de validez general porque los costes relativos en dólares estadounidenses por tonelada dependen de toda una serie de variables específicas de cada planta, como la composición de los residuos.

68. Todas las fracciones del flujo de residuos municipales (por ejemplo, productos, papel, materias orgánicas) contienen metales pesados. Por consiguiente, reduciendo la cantidad incinerada de residuos municipales es posible reducir las emisiones de metales pesados. Esto puede conseguirse por medio de varias estrategias de tratamiento de residuos, incluyendo programas de reciclaje y el compostaje de materias orgánicas. Además, algunos países del ámbito de la CEPE/ONU permiten el traslado de los residuos municipales a los vertederos. En un vertedero correctamente gestionado, las emisiones de cadmio y plomo se eliminan y las emisiones de mercurio pueden ser menores que con la incineración. En varios países de la CEPE/ONU se están realizando investigaciones sobre las emisiones de mercurio en los vertederos.

Tabla 10: Fuentes de emisión, medidas de control, grado de eficiencia y costes de reducción en la incineración de residuos municipales, sanitarios y peligrosos.

Fuente de emisión	Medida(s) de control	Eficiencia de reducción (%)	Costes de supresión (coste total en USD)
Gases de chimenea.	Lavadores de alta eficiencia.	Pb, Cd: > 98 Hg: aprox. 50	–
	ESP (3 campos).	Pb, Cd: 80-90	10-20 /Mg de residuo.
	ESP húmedo (1 campo).	Pb, Cd: 95-99	–
	Filtros textiles.	Pb, Cd: 95-99	15-30 /Mg de residuo.
	Inyección de carbono + FF.	Hg: > 85	Costes de explotación de aprox. 2-3 /Mg de residuo.
	Filtración de lecho de carbono.	Hg: > 99	Costes de explotación de aprox. 50 /Mg de residuo.

#### ANEXO IV

Plazos para la aplicación de valores límite y mejores técnicas disponibles a fuentes estacionarias nuevas y existentes

Los plazos para la aplicación de valores límite y mejores técnicas disponibles son:

a) para fuentes estacionarias nuevas: dos años desde la fecha de entrada en vigor del presente Protocolo:

b) para fuentes estacionarias existentes: ocho años desde la fecha de entrada en vigor del presente Protocolo. Si es necesario, este período podrá ampliarse para determinadas fuentes estacionarias existentes de acuerdo con el período de amortización previsto por la legislación nacional.

#### ANEXO V

Valores límite para controlar las emisiones de las principales fuentes estacionarias

##### I. Introducción.

1. A efectos de controlar las emisiones de metales pesados son importantes dos tipos de valores límite:

– valores para determinados metales pesados o grupos de ellos, y

– valores para emisiones de partículas en general.

2. En principio, los valores límite para partículas no pueden reemplazar los valores límite específicos del cadmio, el plomo y el mercurio, porque la cantidad de los metales asociados a las emisiones de partículas varía de un proceso a otro. Sin embargo, el cumplimiento de estos límites contribuye significativamente a la reducción de las emisiones de metales pesados en general. Más aún, el control de las emisiones de partículas suele ser menos costoso que el control de sustancias concretas y el control continuo de metales pesados de forma individual no es factible en general. Por consiguiente, los valores límite de partículas son de gran importancia práctica y se indican también en este anexo en la mayoría de los casos para complementar o sustituir a los valores límite específicos del cadmio, el plomo o el mercurio.

3. Los valores límite, expresados en mg/m<sup>3</sup>, se refieren a condiciones estándar (volumen a 273,15 K, 101,3 kPa, gas seco) y se calculan como valor medio de mediciones de una hora, que comprenden varias horas de funcionamiento (veinticuatro horas por regla general). Deberán excluirse los períodos de arranque y parada. Puede ampliarse el tiempo de cálculo de la media de ser necesario para obtener resultados de control suficientemente precisos. Con respecto al contenido de oxígeno de los gases residuales, se aplicarán los valores indicados para las principales fuentes estacionarias seleccionadas. Se prohíbe toda dilución a fin de disminuir las concentraciones de contaminantes en los gases residuales. En la indicación de valores límite para metales pesados, por «metal» se entiende el estado sólido, gaseoso y vaporizado del metal y sus compuestos. Siempre que se indican valores límite para emisiones totales, expresadas en g/unidad de producción o capacidad, respectivamente, se refieren a la suma de emisiones de chimenea y fugitivas, calculada como valor anual.

4. En aquellos casos en los que no pueda excluirse la superación de los valores límite dados, se vigilarán las emisiones o un parámetro de comportamiento que indique si se está manejando y manteniendo correctamente un dispositivo de control. La vigilancia de las emisiones o de los indicadores de rendimiento deberá realizarse de modo continuo si la masa del flujo de las partículas emitidas supera los 10 kg/h. Si se vigilan las emisiones, deberán medirse las concentraciones de materias contaminantes atmosféricas en los conductos portadores de gas de manera representativa. Si se vigilan las partículas intermitentemente, deberán medirse las concentraciones en intervalos regulares, realizando al menos tres mediciones independientes por comprobación. Se realizarán muestreos y análisis de todos los contaminantes y se aplicarán métodos de medida de referencia para calibrar los sistemas automáticos de medida, de acuerdo con las normas establecidas por el Comité Europeo de Normalización (CEN) o la Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization, ISO). Mientras se elaboran las normas CEN o ISO se aplicarán las normas nacionales, que también podrán utilizarse si consiguen resultados equivalentes a las normas CEN o ISO.

5. En caso de vigilancia continua, se alcanza el cumplimiento de los valores límite si ninguna de las concentraciones de emisión calculadas como promedio de veinticuatro horas supera el valor límite o si el promedio de veinticuatro horas del parámetro vigilado no supera el valor correlativo de ese parámetro que se haya establecido durante una prueba de rendimiento en la que el manejo y mantenimiento del dispositivo de control fuera correcto. En caso de vigilancia intermitente de las emisiones, se considera que se cumplen si la lectura media por comprobación no supera el valor límite. Tal como se ha descrito anteriormente, se considera que se han respetado cada uno de los valores límites

expresados en emisiones totales por unidad de producción o emisiones totales anuales si no se excede el valor controlado.

II. Valores límite específicos para las principales fuentes estacionarias seleccionadas.

Combustión de combustibles fósiles (anexo II, categoría 1).

6. Los valores límite se refieren a un 6 % de O<sub>2</sub> en los gases de combustión en el caso de los combustibles sólidos, y a un 3 % de O<sub>2</sub> en el caso de los combustibles líquidos.

7. Valor límite de las emisiones de partículas de combustibles líquidos y sólidos: 50 mg/m<sup>3</sup>.

Plantas de sinterización (anexo II, categoría 2).

8. Valor límite de las emisiones de partículas: 50 mg/m<sup>3</sup>.

Plantas de granulado (anexo II, categoría 2).

9. Valor límite de las emisiones de partículas:

a) amolado, secado: 25 mg/m<sup>3</sup>, y

b) granulado: 25 mg/m<sup>3</sup>; o

10. Valor límite de las emisiones totales de partículas: 40 g/mg de gránulos producidos.

Altos hornos (anexo II, categoría 3).

11. Valor límite de las emisiones de partículas: 50 mg/m<sup>3</sup>.

Hornos de arco eléctrico (anexo II, categoría 3).

12. Valor límite de las emisiones de partículas: 20 mg/m<sup>3</sup>.

Producción de cobre y zinc, inclusive hornos de fundición imperial (anexo II, categorías 5 y 6)

13. Valor límite de las emisiones de partículas: 20 mg/m<sup>3</sup>.

Producción de plomo (anexo II, categorías 5 y 6).

14. Valor límite de las emisiones de partículas: 10 mg/m<sup>3</sup>.

Industria cementera (anexo II, categoría 7).

15. Valor límite de las emisiones de partículas: 50 mg/m<sup>3</sup>.

Industria del vidrio (anexo II, categoría 8).

16. Los valores límite se refieren a diferentes concentraciones de O<sub>2</sub> en los gases de combustión en función del tipo de horno: hornos de cuba: 8 %; hornos de crisoles y cubas de día: 13%.

17. Valor límite de las emisiones de plomo: 5 mg/m<sup>3</sup>.

Industria de cloroálcalis (anexo II, categoría 9).

18. Los valores límite se refieren a la cantidad total de mercurio liberado al aire por una planta, con independencia de la fuente de emisión y expresada por un valor medio anual.

19. Los valores límite para plantas de cloroálcalis existentes serán evaluados por las Partes reunidas en el seno del Órgano Ejecutivo en un plazo de dos años a partir de la fecha de entrada en vigor del presente Protocolo.

20. Valor límite para nuevas plantas de cloroálcalis: 0,01 g Hg/Mg de capacidad de producción de Cl<sub>2</sub>.

Incineración de residuos municipales, sanitarios y peligrosos (anexo II, categorías 10 y 11).

21. Los valores límite se refieren a una concentración del 11 % de O<sub>2</sub> en los gases de combustión.

22. Valor límite de las emisiones de partículas:

a) 10 mg/m<sup>3</sup> para la incineración de residuos sanitarios y peligrosos.

b) 25 mg/m<sup>3</sup> para la incineración de residuos municipales.

23. Valor límite de las emisiones de mercurio:

a) 0,05 mg/m<sup>3</sup> para la incineración de residuos peligrosos;

b) 0,08 mg/m<sup>3</sup> para la incineración de residuos municipales;

c) los valores límite de las emisiones que contienen mercurio y provocadas por la incineración de residuos sanitarios serán evaluados por las Partes reunidas en el seno del Órgano Ejecutivo en un plazo de dos años a partir de la entrada en vigor del presente Protocolo.

## ANEXO VI

### Medidas de control de productos

1. Excepto que se disponga lo contrario en este anexo, en el plazo de seis meses a partir de la fecha de entrada en vigor del presente Protocolo el contenido en plomo de la gasolina comercializada para vehículos de uso en carretera no superará los 0,013 g/l. Las Partes que comercialicen gasolina sin plomo con un contenido de plomo inferior a 0,013 g/l se esforzarán por mantener o reducir ese nivel.

2. Cada una de las Partes se esforzará por garantizar que el cambio a combustibles con el contenido de plomo especificado en el punto 1 produzca una reducción global de los efectos perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente.

3. Cuando un Estado determine que limitar el contenido de plomo de la gasolina comercializada de conformidad con el punto 1 le provocaría graves problemas técnicos o socioeconómicos o no comportaría beneficios ambientales o sanitarios globales debido, entre otras cosas, a su situación climática, podrá ampliar el período de tiempo indicado en el citado punto a diez años, durante los cuales podrá comercializar gasolina con un contenido de plomo que no supere los 0,15 g/l. En tal caso, dicho Estado especificará, en una declaración que depositará junto con su instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión, que tiene la intención de ampliar el período de tiempo y presentar por escrito al Órgano Ejecutivo información sobre los motivos de dicha ampliación.

4. Las Partes podrán comercializar pequeñas cantidades –hasta un 0,5% de la gasolina total vendida– de gasolina con un contenido en plomo no superior a 0,15 g/l destinada a vehículos antiguos de uso en carretera.

5. Cada una de las Partes, en el plazo de cinco años, o diez años en el caso de los países con economías de transición que declaren su intención de adoptar un período de diez años en una declaración que depositarán junto con su instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión, a partir de la fecha de entrada en vigor del presente Protocolo, alcanzará niveles de concentración que no superen:

a) el 0,05% en peso de mercurio en pilas alcalinas de manganeso de uso prolongado en condiciones extremas (por ejemplo temperatura inferior a 0 °C o superior a 50 °C, con exposición a choques térmicos), y

b) el 0,025% en peso de mercurio en todas las demás pilas alcalinas de manganeso.

Los límites citados podrán superarse en el caso de una nueva aplicación de una tecnología de pilas, o uso de una pila en un nuevo producto, si se toman medidas de protección razonables para garantizar que la eliminación de la pila resultante, o del producto con una pila de difícil extracción, se realice de manera ecológicamente razonable. Las pilas alcalinas de manganeso de botón y las baterías compuestas de pilas de botón también quedarán exentas de esta obligación.

## ANEXO VII

### Medidas de tratamiento de productos

1. Este anexo tiene por objeto orientar a las Partes respecto a las medidas de gestión de productos.

2. Las Partes pueden considerar medidas apropiadas de gestión de productos, como las enumeradas a continuación, cuando se justifique a raíz del riesgo potencial de que se produzcan efectos perjudiciales para la salud humana o el medio ambiente derivados de las emisiones de uno o más de los metales pesados relacionados en el anexo I, teniendo en cuenta todos los riesgos y beneficios relevantes de tales medidas, con el objetivo de garantizar que todo cambio realizado en los productos comporte una reducción global de los efectos perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente:

a) la sustitución de productos que contengan uno o más de los metales pesados relacionados en el anexo I añadidos intencionadamente, si existe una alternativa adecuada;

b) la minimización o sustitución en los productos de uno o más de los metales pesados relacionados en el anexo I añadidos intencionadamente;

c) la facilitación de información sobre el producto, incluido el etiquetado, que garantice que los usuarios estén informados del contenido de uno o más de los metales pesados relacionados en el anexo I añadidos intencionadamente, y de la necesidad de observar un uso seguro de los productos y una manipulación segura de los residuos;

d) el uso de incentivos económicos o acuerdos voluntarios para reducir o eliminar el contenido en los productos de los metales pesados relacionados en el anexo I, y

e) el desarrollo y aplicación de programas para la recogida, el reciclaje o la eliminación de productos que contengan uno de los metales pesados relacionados en el anexo I de manera ecológicamente correcta.

3. Cada producto o grupo de productos enumerado a continuación contiene uno o más de los metales pesados relacionados en el anexo I y es objeto de actuaciones regulatorias o voluntarias por al menos una de las Partes en el Convenio, basándose, en buena medida, en la contribución de dicho producto a las emisiones de uno o más de los metales pesados del anexo I. Sin embargo, todavía no hay disponible información suficiente para confirmar que son una fuente de emisión importante para todas las Partes, lo cual justificaría su inclusión en el anexo VI. Se exhorta a cada una de las Partes a que analice la información disponible y, si se convence de la necesidad de tomar medidas preventivas, que aplique medidas de gestión de productos, como las enumeradas en el punto 2, respecto a uno o más de los productos enumerados a continuación:

a) componentes eléctricos que contengan mercurio, es decir, dispositivos que contengan uno o varios contactos/ sensores para la transmisión de corriente eléctrica, como relés, termostatos, interruptores de nivel, presostatos y otros interruptores (las medidas tomadas incluyen la prohibición de la mayoría de los componentes eléctricos que contengan mercurio, programas voluntarios para reemplazar algunos interruptores de

mercurio por interruptores electrónicos o especiales, programas voluntarios de reciclaje de interruptores y programas voluntarios de reciclaje de termostatos);

b) instrumentos de medida que contengan mercurio, como termómetros, manómetros, barómetros, piezómetros, presostatos y transmisores de presión (las medidas tomadas incluyen la prohibición de los instrumentos de medida y termómetros que contengan mercurio);

c) lámparas fluorescentes que contengan mercurio (las medidas tomadas incluyen reducciones del contenido de mercurio por lámpara a través de programas regulatorios y voluntarios y programas de reciclaje voluntarios);

d) amalgama dental que contenga mercurio (las medidas tomadas incluyen medidas voluntarias y la prohibición con exenciones aplicable al uso de amalgamas dentales y programas voluntarios para promover la recogida de amalgama dental antes de su envío por las clínicas dentales a plantas de tratamiento de aguas);

e) plaguicidas que contengan mercurio, incluyendo la desinfección de semillas (las medidas tomadas incluyen la prohibición de todos los plaguicidas de mercurio, incluyendo tratamientos de semillas, y la prohibición de utilizar mercurio como desinfectante);

f) pintura que contenga mercurio (las medidas tomadas incluyen la prohibición de todas las pinturas de este tipo, la prohibición de dichas pinturas para uso en interiores y en juguetes de niños y la prohibición de uso en pinturas antivegetativas), y

g) pilas que contengan mercurio no comprendidas en el anexo VI (las medidas tomadas incluyen reducciones del contenido de mercurio a través de programas regulatorios y voluntarios y tasas ecológicas y programas voluntarios de reciclaje).

#### Estados parte

	<b>Fecha firma</b>	<b>Fecha depósito instrumento</b>
Alemania	24-06-1988	30-09-2003 R
Armenia	18-12-1998	
Austria	24-06-1998	17-12-2003 R (*)
Bélgica	24-06-1998	08-06-2005 R
Bulgaria	24-06-1988	28-10-2003 R
Canadá (1)	24-06-1988	18-12-1998 R (*)
Chipre	24-06-1988	02-09-2004 R
Croacia	24-06-1988	06-09-2007 R
Dinamarca	24-06-1988	12-07-2001 AP
Eslovaquia	24-06-1988	30-12-2002 AC (*)
Eslovenia	24-06-1988	09-02-2004 R



España	24-06-1988	21-09-2011 R (*)
Estados Unidos	24-06-1988	10-01-2001 R
Estonia		24-03-2006 AD (*)
Finlandia	24-06-1988	20-06-2000 AC (*)
Francia	24-06-1988	26-07-2002 AP
Grecia	24-06-1988	
Hungría	18-12-1998	19-04-2005 R
Irlanda	24-06-1988	
Islandia	24-06-1988	
Italia	24-06-1988	
Letonia	24-06-1988	09-06-2005 R
Liechtenstein	24-06-1988	23-12-2003 AC (*)
Lituania	24-06-1988	28-10-2004 R
Luxemburgo	24-06-1988	01-05-2000 R (*)
Macedonia, Ex República		
Yugoslava de		01-11-2010 AD
Mónaco		13-11-2003 AD (*)
Noruega	24-06-1988	16-12-1999 R (*)
Países Bajos (2)	24-06-1988	23-06-2000 AC (*)
Polonia	24-06-1988	
Portugal	24-06-1988	
Reino Unido	24-06-1988	06-07-2005 R
República Checa	24-06-1988	06-08-2002 R
República de Moldavia	24-06-1988	01-10-2002 R
Rumanía	24-06-1988	05-09-2003 R (*)
Suecia	24-06-1988	19-01-2000 R
Suiza	24-06-1988	14-11-2000 R
Ucrania	06-1988	
Unión europea	24-06-1988	03-05-2001 AP

R: Ratificación; AD: Adhesión; AC: Aceptación; AP: Aplicación.

(\*) Declaraciones y reservas.

Austria.

Declaración:

«La República de Austria declara 1985 como año de referencia, de conformidad con el apartado 1 del artículo 3 y el anexo 1 del Protocolo, respecto a los obligaciones de dicho apartado. La República de Austria declara, de conformidad con el artículo 11 del Protocolo, que acepta como obligatorios los dos medios de resolución de conflictos mencionados en el apartado 2 en relación con cualquiera de las Partes que acepte la misma obligación respecto a uno o los dos medios citados.»

Canadá1.

Declaración:

«Canadá tiene la intención de actuar de conformidad con el apartado 7 del artículo 3 del presente Protocolo.»

Estonia.

«En aplicación del apartado 1 del artículo 3 y el anexo I del Protocolo, la República de Estonia establece los siguientes años de referencia:

Mercurio (Hg) - año 1990.

Cadmio (Cd) - año 1990.

Plomo (Pb) - año 1990.»

Finlandia.

Declaración:

«El Gobierno de Finlandia confirma que el año de referencia establecido de conformidad con el anexo I es el año 1990.»

Liechtenstein.

Declaración:

«El Principado de Liechtenstein declara, de conformidad con el apartado 2 del artículo 11 del Protocolo, que acepta como obligatorios los dos medios de resolución de conflictos mencionados en dicho apartado en relación con cualquiera de las Partes que acepte la misma obligación respecto a uno o los dos medios citados.»

Luxemburgo.

Declaración:

El apartado 1 del artículo 3 (del Protocolo) dispone que cada Parte reducirá sus emisiones totales anuales a la atmósfera de cada uno de los metales pesados relacionados en el anexo I por debajo del nivel de emisión en el año de referencia establecido de conformidad con dicho anexo. El anexo I establece como referencia el año 1990, u otro año de 1985 a 1995, ambos incluidos, que establezca una Parte en el momento de la ratificación, aceptación, aprobación o adhesión. (El Gobierno de Luxemburgo declara por la presente) que el Gran Ducado de Luxemburgo se propone elegir 1990 como año de referencia.

Mónaco.

Declaración:

En aplicación del apartado 1 del artículo 3 y el anexo I del Protocolo sobre metales pesados, el Principado de Mónaco declara 1992 como su año de referencia.

Países Bajos<sup>2</sup>.

Declaración:

«El Reino de los Países Bajos declara, de conformidad con el apartado 2 del artículo 11 del Protocolo al Convenio de 1979 sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia en materia de metales pesados, que acepta como obligatorios los dos medios de resolución de conflictos mencionados en dicho apartado en relación con cualquiera de las Partes que acepte uno o los dos medios citados de resolución de conflictos.»

Noruega.

Declaraciones:

«1. En referencia al artículo 3, n.º 2, letra (a), y al anexo III, Noruega declara por la presente que el año de referencia será 1990.

2. En referencia al artículo 11, n.º 2, Noruega declara por la presente que, respecto a cualquier conflicto en relación con la interpretación o aplicación del Protocolo, reconoce únicamente como obligatorios ipso facto y sin necesidad de acuerdo particular, los siguientes medios de resolución de conflictos, en relación con cualquiera de las Partes que acepte la misma obligación:

a) Remisión del conflicto a la Corte Internacional de Justicia.»

Rumanía.

Declaración:

Rumanía declara 1989 como año de referencia, de conformidad con el apartado 1 del artículo 3 y el anexo 1 del Protocolo al Convenio de 1979 sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia en materia de metales pesados.

Eslovaquia.

Declaración:

«En aplicación del apartado 1 del artículo 3 y el anexo I del Protocolo sobre metales pesados, la República Eslovaca declara 1990 como su año de referencia.»

Nota final:

1. El 30 de junio de 1999, el Gobierno de Canadá informó al Secretario General de que su instrumento de ratificación debería haber incluido la declaración. El Secretario General propuso recibir la declaración en cuestión para su depósito en caso de no formularse objeción alguna por ninguno de los Estados contratantes, bien al depósito en sí mismo o al procedimiento previsto, en un plazo de 90 días desde la fecha de su comunicación (28 de julio de 1999). No habiéndose presentado objeción alguna, la declaración fue aceptada para su depósito al expirar el plazo de 90 días estipulado anteriormente, esto es, el 26 de octubre de 1999.

2. Para el Reino en Europa.

El presente Protocolo entró en vigor de forma general el 24 de diciembre de 2003