

## DECISIÓN DEL CONSEJO

de 23 de marzo de 1998

relativa a la celebración por la Comunidad Europea del Protocolo del Convenio de 1979 sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, relativo a nuevas reducciones de las emisiones de azufre

(98/686/CE)

EL CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Europea y, en particular, el apartado 1 de su artículo 130 S, en conjunción con la primera frase del apartado 2 y el párrafo primero del apartado 3 de su artículo 228,

Vista la propuesta de la Comisión <sup>(1)</sup>,

Visto el dictamen del Parlamento Europeo <sup>(2)</sup>,

Considerando que el 14 de junio de 1994, la Comunidad firmó el Protocolo del Convenio de 1979 sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, relativo a nuevas reducciones de las emisiones de azufre, en adelante «el Protocolo»;

Considerando que el Protocolo tiene por objeto establecer límites máximos con respecto a las emisiones de azufre para todas las partes contratantes del Convenio;

Considerando que las medidas previstas en el Protocolo contribuyen a la consecución de los objetivos de la política comunitaria en materia de medio ambiente;

Considerando que la Comunidad y los Estados miembros, en el marco de sus respectivas competencias, cooperan con terceros países y organizaciones internacionales competentes;

Considerando que conviene, por consiguiente, que la Comunidad apruebe el Protocolo,

DECIDE:

*Artículo 1*

Queda aprobado, en nombre de la Comunidad, el Protocolo del Convenio de 1979 sobre la contaminación

atmosférica transfronteriza a gran distancia, relativo a nuevas reducciones de las emisiones de azufre, firmado el 14 de junio de 1994.

El texto del Protocolo figura adjunto a la presente Decisión.

Junto con el instrumento de aprobación se depositará la siguiente Declaración:

«la Comunidad Europea declara que el límite máximo de emisiones y el porcentaje medio ponderado relativo a la Comunidad Europea no debería sobrepasar la suma de las obligaciones de los Estados miembros de la Unión Europea que hayan ratificado el Protocolo, aunque hace hincapié en que todos sus Estados miembros deberán reducir sus emisiones de SO<sub>2</sub> de acuerdo con los límites máximos de emisión establecidos en el anexo II del Protocolo, y de conformidad con la legislación comunitaria pertinente.».

*Artículo 2*

Se autoriza al presidente del Consejo para que designe la persona facultada para depositar el instrumento de aprobación y la Declaración contenida en el artículo 1 ante el Secretario General de las Naciones Unidas, con arreglo al artículo 14 del mencionado Protocolo.

*Artículo 3*

La presente Decisión se publicará en el *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*.

Hecho en Bruselas, el 23 de marzo de 1998.

Por el Consejo

El Presidente

M. MEACHER

<sup>(1)</sup> DO C 190 de 21.6.1997, p. 13.

<sup>(2)</sup> DO C 14 de 19.1.1998.

(TRADUCCIÓN)

**PROTOCOLO DEL CONVENIO DE 1979 SOBRE  
LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA  
A GRAN DISTANCIA RELATIVO A NUEVAS REDUCCIONES  
DE LAS EMISIONES DE AZUFRE**

**PROTOCOLO DEL CONVENIO DE 1979 SOBRE LA CONTAMINACIÓN  
ATOMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA A GRAN DISTANCIA RELATIVO A NUEVAS  
REDUCCIONES DE LAS EMISIONES DE AZUFRE**

LAS PARTES,

DECIDIDAS a aplicar el Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia,

PREOCUPADAS por el hecho de que las emisiones de azufre y otros contaminantes atmosféricos siguen atravesando las fronteras internacionales y, en las regiones expuestas de Europa y América del Norte, están poniendo en grave peligro recursos naturales extremadamente importantes desde el punto de vista ecológico y económico, como bosques, suelos y aguas, así como materiales, incluso monumentos históricos y, en ciertas circunstancias, producen efectos nocivos sobre la salud humana,

RESUELTAS a adoptar medidas preventivas para prever, prevenir o minimizar las emisiones de contaminantes atmosféricos y reducir sus efectos adversos,

CONVENCIDAS de que, ante las amenazas de daño grave o irreversible, la falta de plena certidumbre científica no debe utilizarse como razón para posponer dichas medidas, teniendo en cuenta que dichas medidas preventivas para combatir las emisiones de contaminantes atmosféricos deben ser rentables,

TENIENDO EN CUENTA que las medidas tomadas para controlar las emisiones de azufre y otros contaminantes atmosféricos también contribuirían a la protección del sensible medio ambiente del Ártico,

CONSIDERANDO que las fuentes principales de contaminación atmosférica que contribuyen a la acidificación del medio ambiente son la combustión de combustibles fósiles para la producción de energía y los principales procesos tecnológicos de diversos sectores industriales, así como el transporte, que ocasionan emisiones de azufre, óxidos de nitrógeno y otros contaminantes,

CONSCIENTES de la necesidad de un tratamiento regional rentable para combatir la contaminación atmosférica que tenga en cuenta las variaciones de los efectos y del coste de la reducción entre los países,

DESEANDO tomar medidas adicionales y más eficaces para controlar y reducir las emisiones de azufre,

SABIENDO que cualquier política de control del azufre, por muy rentable que pueda ser a nivel regional, supondrá un lastre económico relativamente pesado en países cuyas economías están en transición a la economía de mercado,

TOMANDO EN CONSIDERACIÓN que las medidas adoptadas para reducir las emisiones de azufre no deben constituir un medio de discriminación arbitraria o injustificable ni una restricción disimulada de la competencia y comercio internacionales,

OBSERVANDO los datos científicos y técnicos actuales sobre las emisiones, los procesos atmosféricos y los efectos sobre el medio ambiente de los óxidos de azufre, así como sobre los gastos de reducción,

CONSCIENTES de que, además de las emisiones de azufre, también provocan la acidificación del medio ambiente las emisiones de óxidos de nitrógeno y de amoníaco,

TOMANDO NOTA de que, con arreglo a la Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, adoptada en Nueva York el 9 de mayo de 1992, existe un acuerdo para establecer políticas nacionales y adoptar medidas correspondientes para combatir el cambio climático, de las que puede esperarse que produzcan reducciones de las emisiones de azufre,

AFIRMANDO la necesidad de garantizar un desarrollo sostenible y seguro desde el punto de vista ecológico,

RECONOCIENDO la necesidad de continuar la cooperación científica y técnica para seguir elaborando el enfoque basado en cargas críticas y niveles críticos, con inclusión de las actividades dirigidas a evaluar diferentes contaminantes atmosféricos y varios efectos sobre el medio ambiente, los materiales y la salud humana,

SUBRAYANDO que están avanzando los conocimientos científicos y técnicos y que será necesario tener en cuenta dicho avance a la hora de revisar la idoneidad de las obligaciones impuestas con arreglo al presente Protocolo y decidir sobre medidas futuras,

TOMANDO NOTA del Protocolo relativo a la reducción de las emisiones de azufre o de sus desplazamientos transfronterizos de al menos el 30 %, adoptado en Helsinki el 8 de julio de 1985, y de las medidas ya adoptadas por muchos países que han producido el efecto de reducir las emisiones de azufre,

HAN CONVENIDO LO SIGUIENTE:

### Artículo 1

#### Definiciones

A los fines del presente Protocolo:

- 1) Se entiende por «Convenio» el Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, adoptado en Ginebra el 13 de noviembre de 1979.
- 2) Se entiende por «EMEP» el programa concertado de seguimiento continuo y evaluación del transporte a gran distancia de los contaminantes atmosféricos en Europa.
- 3) Se entiende por «órgano ejecutivo» el órgano ejecutivo del Convenio constituido en virtud del apartado 1 del artículo 10 del Convenio.
- 4) Se entiende por «Comisión» la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa.
- 5) Se entiende por «Partes», excepto indicación en contrario del texto, las Partes en el presente Protocolo.
- 6) Se entiende por «zona geográfica de las actividades del EMEP» la zona definida en el apartado 4 del artículo 1 del Protocolo al Convenio de 1979 sobre la 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) Se entiende por «SOMA» una zona de gestión de óxidos de azufre definida en el anexo III con arreglo a las condiciones establecidas en el apartado 3 del artículo 2.
- 8) Se entiende por «carga crítica» una estimación cuantitativa de la exposición a uno o varios contaminantes, por debajo de la cual, según los conocimientos actuales, no se producen efectos nocivos apreciables en elementos sensibles determinados del medio ambiente.
- 9) Se entiende por «niveles críticos» la concentración de contaminantes en la atmósfera por encima de la cual, según los conocimientos actuales, pueden producirse efectos adversos directos en receptores como los seres humanos, vegetales, ecosistemas o materiales.
- 10) Se entiende por «depósito crítico de azufre» una estimación cuantitativa de la exposición a compuestos oxidados de azufre, teniendo en cuenta los efectos del aporte y depósito del catión de base, por debajo de la cual, según los conocimientos actuales, no se producen efectos nocivos apreciables en elementos sensibles determinados del medio ambiente.
- 11) Se entiende por «emisiones» el paso de sustancias a la atmósfera.
- 12) Se entiende por «emisiones de azufre» todas las emisiones de compuestos de azufre expresadas en kilotoneladas de dióxido de azufre (kt SO<sub>2</sub>) a la atmósfera, procedentes de fuentes antropogénicas con exclusión de los barcos de tráfico internacional fuera de las aguas territoriales.
- 13) Se entiende por «combustible» cualquier material combustible sólido, líquido o gaseoso, a excepción de la basura doméstica y de los residuos tóxicos o peligrosos.
- 14) Se entiende por «fuente fija de combustión» cualquier equipo técnico o grupo de equipos técnicos, ubicados en un lugar común y que eliminen o puedan eliminar gases residuales a través de una chimenea común, en el que se oxiden combustibles a fin de utilizar el calor generado.
- 15) Se entiende por «gran fuente fija nueva de combustión» cualquier fuente fija de combustión cuya construcción o modificación importante se autorice después del 31 de diciembre de 1995 y cuya aportación térmica, al funcionar a su capacidad calculada, sea como mínimo de 50 MWt. Es competencia de las

autoridades nacionales decidir si una modificación es importante o no, teniendo en cuenta factores como las ventajas que suponga la modificación para el medio ambiente.

- 16) Se entiende por «gran fuente fija existente de combustión» cualquier fuente fija de combustión existente cuya aportación térmica, al funcionar a su capacidad calculada, sea como mínimo de 50 MWt.
- 17) Se entiende por «gasóleo» cualquier producto del petróleo dentro de HS 2710, o cualquier producto del petróleo que, debido a los límites de su destilación, quede incluido en la categoría de destilados medios destinados a utilizarse como combustible y de los que al menos el 85 % en volumen, incluyendo las pérdidas de destilación, destile a 350 °C.
- 18) Se entiende por «valor límite de emisión» la concentración autorizada de compuestos de azufre, expresados como dióxido de azufre, en los gases residuales de una fuente fija de combustión, expresada en mg SO<sub>2</sub>/Nm<sup>3</sup> de los gases residuales, suponiendo un contenido de oxígeno en volumen de gas residual del 3 % en caso de combustibles líquidos y gaseosos y del 6 % en caso de combustibles sólidos.
- 19) Se entiende por «límite de emisión» la cantidad total autorizada de compuestos de azufre, expresados como dióxido de azufre, eliminados por una fuente de combustión o grupo de fuentes de combustión ubicadas en un lugar común o bien dentro de una zona geográfica definida, expresada en kilotoneladas al año.
- 20) Se entiende por «tasa de desulfuración» la relación entre la cantidad de azufre que se separa en el lugar de la fuente de combustión a lo largo de un período determinado y la cantidad de azufre incluida en el combustible que se introduce en las instalaciones de la fuente de combustión y que se utiliza durante el mismo período.
- 21) Se entiende por «presupuesto de azufre» una matriz de contribuciones calculadas al depósito de compuestos oxidados de azufre en zonas receptoras, y procedentes de las emisiones de zonas especificadas.

## Artículo 2

### Obligaciones Fundamentales

1. Las Partes contendrán y reducirán sus emisiones de azufre a fin de proteger la salud humana y el medio ambiente de los efectos adversos, especialmente de los efectos de acidificación, y garantizar, en la medida de lo posible, sin incurrir en costes excesivos, que los depósitos de compuestos oxidados de azufre no sobrepasan a largo

plazo las cargas críticas de azufre indicadas, en el anexo I, como depósitos críticos de azufre, con arreglo a los conocimientos científicos actuales.

2. Como primera fase mínima, las Partes reducirán y mantendrán sus emisiones anuales de azufre con arreglo al calendario y los niveles especificados en el anexo II.

3. Por otro lado, cualquier Parte:

- a) que tenga una superficie terrestre total superior a 2 millones de kilómetros cuadrados;
- b) que se haya comprometido con arreglo al apartado 2 anterior a respetar una emisión máxima de azufre no superior a sus emisiones de 1990 o bien al valor de su obligación, si éste es más bajo, según el Protocolo de Helsinki de 1985 relativo a la reducción de las emisiones de azufre o de sus desplazamientos transfronterizos de al menos el 30 %, según se indica en el anexo II;
- c) que produzca unas emisiones anuales de azufre que contribuyan a la acidificación de zonas bajo la jurisdicción de otra u otras Partes y que procedan exclusivamente de zonas bajo su jurisdicción recogidas como SOMA en el anexo III, y que haya presentado documentación a este respecto; y
- d) que haya especificado al firmar el presente Protocolo, o adherirse a él, su intención de actuar con arreglo al presente apartado,

reducirá y mantendrá, como mínimo, sus emisiones anuales de azufre en la zona así recogida con arreglo al calendario y niveles especificados en el anexo II.

4. Asimismo, las Partes aplicarán las medidas más eficaces para la reducción de las emisiones de azufre que sean apropiadas en sus circunstancias concretas, respecto a las fuentes nuevas y ya existentes, con inclusión, entre otras, de las siguientes:

- medidas para aumentar la eficiencia energética,
- medidas para aumentar el uso de energías renovables,
- medidas para reducir el contenido de azufre de combustibles concretos y favorecer el uso de combustibles con bajo contenido de azufre, con inclusión del uso combinado de combustibles de elevado contenido de azufre junto con combustibles de bajo contenido o exentos de azufre,
- medidas para aplicar las mejores tecnologías disponibles de control que no supongan costes excesivos,

según las orientaciones del anexo IV.

5. Cada Parte, excepto las Partes sujetas al Acuerdo de calidad del aire Estados Unidos/Canadá de 1991, como mínimo:

- a) aplicará valores límite de emisión al menos tan estrictos como los especificados en el anexo V a todas las grandes fuentes fijas nuevas de combustión;
- b) en una fecha no posterior al 1 de julio de 2004 aplicará, en la medida de lo posible sin incurrir en costes excesivos, valores límite de emisión al menos tan estrictos como los especificados en el anexo V a todas las grandes fuentes fijas existentes de combustión cuya aportación térmica sea superior a 500 MW<sub>t</sub>, teniendo en cuenta el período de funcionamiento que le quede a la instalación, a partir de la fecha de entrada en vigor del presente Protocolo, o aplicará limitaciones equivalentes de emisión u otras disposiciones adecuadas, siempre que con éstas se respeten las emisiones máximas de azufre especificadas en el anexo II y, posteriormente, se acerquen más a las cargas críticas indicadas en el anexo I; y en una fecha no posterior al 1 de julio de 2004 aplicará valores límite de emisión o limitaciones de emisión a aquellas grandes fuentes fijas existentes de combustión cuya aportación térmica esté entre 50 y 500 MW<sub>t</sub>, siguiendo las orientaciones del anexo V;
- c) dos años como máximo después de la fecha de entrada en vigor del presente Protocolo, aplicará normas nacionales al contenido de azufre del gasóleo que serán, como mínimo, tan estrictas como las especificadas en el anexo V. En caso de que el abastecimiento de gasóleo no pueda garantizarse de otra forma, un Estado podrá prorrogar el período señalado en la presente letra hasta un máximo de diez años. En este caso, deberá especificar, en una declaración que depositará junto con el instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión, su intención de prorrogar dicho período.

6. Asimismo, las Partes podrán aplicar instrumentos económicos para fomentar la adopción de enfoques rentables respecto a la reducción de las emisiones de azufre.

7. En una reunión del órgano ejecutivo, las Partes del presente Protocolo, de acuerdo con las normas y condiciones que elabore y adopte el órgano ejecutivo, podrán decidir si dos o más Partes pueden cumplir conjuntamente las obligaciones establecidas en el anexo II. Estas normas y condiciones garantizarán el cumplimiento de las obligaciones establecidas en el apartado 2 anterior y también fomentarán el logro de los objetivos ambientales establecidos en el apartado 1 anterior.

8. Las Partes, en función del resultado de la primera revisión hecha con arreglo al artículo 8 y en el plazo máximo de un año tras la realización de dicha revisión, iniciarán negociaciones sobre otras obligaciones destinadas a reducir las emisiones.

### Artículo 3

#### Intercambio de tecnología

1. Las Partes, de conformidad con sus respectivas legislaciones, reglamentaciones y prácticas nacionales, facilitarán el intercambio de tecnologías y técnicas, con inclusión de las que mejoren la eficiencia energética, el uso de energía renovable y el tratamiento de combustibles con bajo contenido de azufre, a fin de reducir las emisiones de azufre, en especial fomentando:

- a) el intercambio comercial de la tecnología disponible;
- b) la cooperación y los contactos directos en el sector industrial, con inclusión de empresas conjuntas;
- c) el intercambio de información y de experiencia;
- d) la prestación de asistencia técnica.

2. Al fomentar las actividades indicadas en el apartado 1 anterior, las Partes crearán condiciones favorables para las mismas facilitando los contactos y la cooperación entre las organizaciones y personas competentes de los sectores privado y público capaces de proporcionar tecnologías, servicios de diseño y de ingeniería, equipos o financiación.

3. Las Partes emprenderán, en el plazo máximo de seis meses a partir de la fecha de entrada en vigor del presente Protocolo, el examen de los trámites necesarios para crear condiciones más favorables para el intercambio de la tecnología destinada a reducir las emisiones de azufre.

### Artículo 4

#### Estrategias, políticas, programas, medidas e información nacionales

1. A fin de cumplir sus obligaciones con arreglo al artículo 2, cada Parte:

- a) adoptará estrategias, políticas y programas nacionales, en el plazo máximo de seis meses a partir de la entrada en vigor respecto a ella del presente Protocolo; y

- b) adoptará y aplicará medidas nacionales,

a fin de controlar y reducir sus emisiones de azufre.

2. Cada Parte recogerá y conservará información sobre:

- a) los niveles reales de las emisiones de azufre y de las concentraciones ambientales y depósitos de azufre oxidado y de otros compuestos acidificantes, teniendo en cuenta, cuando se trate de Partes incluidas en la zona geográfica de las actividades del EMEP, el plan de trabajo de este EMEP; y

- b) los efectos de los depósitos de azufre oxidado y otros compuestos acidificantes.

#### Artículo 5

##### Informes

1. Cada Parte informará al órgano ejecutivo, a través de la secretaría ejecutiva de la Comisión, con una periodicidad determinada por aquél, sobre los siguientes aspectos:

- a) aplicación de estrategias, políticas, programas y medidas nacionales a que se refiere el apartado 1 del artículo 4;
- b) niveles de las emisiones anuales nacionales de azufre, con arreglo a las directrices adoptadas por el órgano ejecutivo, con inclusión de datos sobre las emisiones de todas las categorías correspondientes de fuentes; y
- c) ejecución de otras obligaciones a que se haya comprometido con arreglo al presente Protocolo,

de conformidad con una decisión relativa al modelo y al contenido que deben adoptar las Partes en una reunión del órgano ejecutivo. Los términos de dicha decisión serán revisados en la medida necesaria para señalar otros elementos relativos al modelo o al contenido de la información que deban incluirse en los informes.

2. Cada Parte incluida en la zona geográfica de las actividades del EMEP informará a éste, a través de la secretaría ejecutiva de la Comisión, con una periodicidad determinada por el comité de dirección del EMEP y aprobada por las Partes en una reunión del órgano ejecutivo, sobre los niveles de las emisiones de azufre con resolución temporal y espacial, según especifique el comité de dirección del EMEP.

3. A su debido tiempo, antes de cada reunión anual del órgano ejecutivo, el EMEP proporcionará información sobre:

- a) concentraciones en el ambiente y depósito de compuestos oxidados de azufre; y
- b) cálculos sobre los presupuestos de azufre.

Las Partes que estén fuera de la zona geográfica de las actividades del EMEP presentarán información similar cuando así lo solicite el órgano ejecutivo.

4. Con arreglo a la letra b) del apartado 2 del artículo 10 del Convenio, el órgano ejecutivo dispondrá la preparación de información sobre los efectos de los depósitos de azufre oxidado y otros compuestos acidificantes.

5. Las Partes, en las reuniones del órgano ejecutivo, dispondrán la preparación, a intervalos periódicos, de

información revisada sobre repartos calculados y optimizados internacionalmente de reducciones de las emisiones de los Estados incluidos en la zona geográfica de las actividades del EMEP, con modelos de evaluación integrada, a fin de seguir reduciendo, a los efectos del apartado 1 del artículo 2 del presente Protocolo, la diferencia entre los depósitos reales de compuestos oxidados de azufre y los valores de las cargas críticas.

#### Artículo 6

##### Investigación, desarrollo y seguimiento

Las Partes fomentarán la investigación, el desarrollo, el seguimiento y la cooperación en relación con:

- a) la armonización internacional de métodos de fijación de cargas críticas y niveles críticos y la elaboración de procedimientos para llevar a cabo dicha armonización;
- b) la mejora de las técnicas y sistemas de seguimiento y de la elaboración de modelos de transporte, concentración y depósito de compuestos de azufre;
- c) las estrategias para aumentar la reducción de las emisiones de azufre a partir de las cargas críticas y niveles críticos, así como de la evolución técnica, y la mejora de la elaboración de modelos de evaluación integrada para calcular el reparto optimizado internacionalmente de las reducciones de las emisiones teniendo en cuenta una distribución equitativa de los costes de disminución;
- d) la comprensión de los efectos más amplios de las emisiones de azufre sobre la salud humana, el medio ambiente, en particular la acidificación, y los materiales, con inclusión de monumentos históricos y culturales, teniendo en cuenta la relación entre óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, amoníaco, compuestos orgánicos volátiles y ozono troposférico;
- e) las tecnologías de disminución de las emisiones y las tecnologías y técnicas para fomentar la eficiencia energética, la conservación de la energía y el uso de energías renovables;
- f) la evaluación económica de los beneficios que supone para el medio ambiente y la salud humana la reducción de las emisiones de azufre.

#### Artículo 7

##### Cumplimiento

1. Se crea un comité de aplicación destinado a revisar la aplicación del presente Protocolo y el cumplimiento por las Partes de sus obligaciones. Este comité informará a las Partes en las reuniones del órgano ejecutivo y les formulará las recomendaciones que considere adecuadas.

2. Al considerar un informe y las eventuales recomendaciones del comité de aplicación, las Partes, teniendo en cuenta las circunstancias del asunto y de acuerdo con la práctica del Convenio, podrán solicitar y decidir medidas para que se realice el pleno cumplimiento del presente Protocolo, con inclusión de medidas de ayuda a una Parte para cumplir con el Protocolo, y para favorecer el logro de los objetivos del Protocolo.

3. En la primera reunión del órgano ejecutivo tras la entrada en vigor del presente Protocolo, las Partes adoptarán una decisión en que se fijen la estructura y las funciones del comité de aplicación, así como sus procedimientos para revisar el cumplimiento.

4. El procedimiento de cumplimiento se aplicará sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 9 del presente Protocolo.

#### Artículo 8

##### Revisión por las Partes en las reuniones del órgano ejecutivo

1. En las reuniones del órgano ejecutivo, las Partes, con arreglo a la letra a) del apartado 2 del artículo 10 del Convenio, revisarán la información presentada por las Partes y el EMEP, los datos sobre los efectos del depósito de azufre y otros compuestos acidificantes y los informes del comité de aplicación citado en el apartado 1 del artículo 7 del presente Protocolo.

2. a) En las reuniones del órgano ejecutivo, las Partes revisarán las obligaciones establecidas en el presente Protocolo con inclusión de:

- i) sus obligaciones en relación con el reparto calculado y optimizado internacionalmente de la reducción de sus emisiones a que se refiere el apartado 5 del artículo 5, y
- ii) la adecuación de las obligaciones y los avances realizados con vistas al logro de los objetivos del presente Protocolo.

b) Las revisiones tendrán en cuenta los mejores datos científicos disponibles sobre la acidificación, con inclusión de evaluaciones de las cargas críticas, progreso tecnológico, modificación de las condiciones económicas y cumplimiento de las obligaciones relativas a los niveles de emisión.

c) En el contexto de estas revisiones, deberá intentar en la medida de lo posible cumplir las obligaciones revisadas cualquier Parte cuyas obligaciones sobre emisiones máximas de azufre, según el anexo II, no se ajusten a los repartos calculados y

optimizados internacionalmente de reducción de las emisiones correspondientes a dicha Parte, y a la que se solicite reducir en, como mínimo, un 60 %, la diferencia entre el depósito de azufre en 1990 y el depósito crítico de azufre dentro de la zona geográfica de las actividades del EMEP.

d) Los procedimientos, métodos y calendarios de dichas revisiones serán especificados por las Partes en una reunión del órgano ejecutivo. La primera de estas revisiones se realizará en 1997.

#### Artículo 9

##### Solución de diferencias

1. Si surgiera una diferencia entre dos o más Partes en cuanto a la interpretación o la aplicación del presente Protocolo, dichas Partes buscarán una solución por vía de negociación o por cualquier otro método pacífico que elijan. Estas Partes informarán de su diferencia al órgano ejecutivo.

2. Al ratificar, aceptar, aprobar o adherirse al presente Protocolo, o en cualquier momento posterior, las Partes que no sean organismos de integración económica regional podrán declarar mediante un instrumento escrito presentado al depositario que, en relación con cualquier diferencia sobre la interpretación o aplicación del Protocolo, reconoce uno de los medios siguientes de solución de diferencias, o bien ambos, como obligatorio *ipso facto* y sin acuerdo, en relación con cualquier Parte que acepte la misma obligación:

- a) sometimiento de la diferencia al Tribunal Internacional de Justicia;
- b) arbitraje según los procedimientos que adopten las Partes en una reunión del órgano ejecutivo lo antes posible, en un anexo sobre arbitraje.

Las Partes que sean organismos de integración económica regional podrán hacer una declaración de efecto similar en relación con el arbitraje, según los procedimientos citados en la letra b) anterior.

3. Las declaraciones presentadas con arreglo al apartado 2 anterior se mantendrán vigentes hasta su expiración según se indique en su formulación o hasta que pasen tres meses desde el depósito ante el depositario de una notificación escrita de su revocación.

4. Una nueva declaración, una notificación de revocación o la caducidad de una declaración no afectarán de ninguna forma a los procesos que estén pendientes ante el Tribunal Internacional de Justicia o el tribunal de arbitraje, salvo que acuerden lo contrario las Partes en conflicto.

5. Salvo en caso de que las Partes en conflicto hayan aceptado el mismo medio de solución de diferencias con arreglo al apartado 2, si después de 12 meses a partir de la notificación por una Parte a otra de que existe una diferencia entre ellas las Partes en conflicto no han podido solucionar su diferencia mediante las vías citadas en el apartado 1 anterior, la diferencia se someterá, a instancia de cualquiera de las Partes en conflicto, a conciliación.

6. A los efectos del apartado 5, se creará una comisión de conciliación. Esta comisión constará de un número igual de miembros designados por cada una de las Partes en conflicto o, cuando las Partes en conflicto compartan el mismo interés, por el grupo que comparta dicho interés, y un presidente elegido conjuntamente por los miembros así designados. La comisión emitirá un fallo recominatorio, que las Partes considerarán de buena fe.

#### *Artículo 10*

##### **Anexos**

Los anexos del presente Protocolo formarán parte integrante del mismo. Los anexos I y IV tienen carácter de recomendación.

#### *Artículo 11*

##### **Enmiendas y modificaciones**

1. Cualquier Parte podrá proponer enmiendas al presente Protocolo. Cualquier Parte del Convenio podrá proponer una modificación del anexo II del presente Protocolo para incluir en él su nombre, junto con niveles de emisión, emisiones máximas de azufre y reducciones porcentuales de las emisiones.

2. Tales enmiendas y modificaciones propuestas se presentarán por escrito a la secretaría ejecutiva de la Comisión, que las comunicará a todas las Partes. Las Partes tratarán sobre las enmiendas y modificaciones propuestas en la siguiente reunión del órgano ejecutivo, siempre que dichas propuestas hayan sido comunicadas por la secretaría ejecutiva a las Partes con una antelación mínima de noventa días.

3. Las enmiendas del presente Protocolo y de sus anexos II, III y V se adoptarán por consenso de las Partes presentes en una reunión del órgano ejecutivo, y entrarán en vigor respecto a las Partes que las hayan aceptado a los noventa días a partir de la fecha en que dos tercios de las Partes hayan depositado sus instrumentos correspondientes de aceptación ante el depositario. Las enmiendas entrarán en vigor respecto a cualquier otra Parte a los noventa días a partir de la fecha en que dicha Parte haya depositado su instrumento correspondiente de aceptación.

4. Las enmiendas de los anexos del presente Protocolo, distintos de los anexos citados en el apartado 3 anterior, serán adoptadas por consenso de las Partes presentes en una reunión del órgano ejecutivo. A los noventa días a partir de la fecha de su comunicación por la secretaría ejecutiva de la Comisión, las enmiendas de tales anexos se harán efectivas respecto a las Partes que no hayan presentado ante el depositario una notificación según lo dispuesto en el apartado 5 siguiente, siempre que al menos dieciséis Partes no hayan presentado dicha notificación.

5. Cualquier Parte que no pueda aprobar una modificación de un anexo, distinto de los anexos citados en el apartado 3 anterior, notificará por escrito esta situación al depositario en el plazo de noventa días a partir de la fecha de comunicación de su adopción. El depositario notificará inmediatamente a todas las Partes las notificaciones de este tipo que haya recibido. Las Partes podrán sustituir en cualquier momento su notificación previa por una aceptación y, tras el depósito del instrumento de aceptación ante el depositario, la enmienda del anexo correspondiente se hará efectiva respecto a dicha Parte.

6. Podrán adoptarse modificaciones del anexo II por consenso de las Partes presentes en una reunión del órgano ejecutivo y estas modificaciones se harán efectivas respecto a todas las Partes del presente Protocolo a los noventa días a partir de la fecha en que la secretaría ejecutiva de la Comisión notifique por escrito a dichas Partes la adopción de la modificación.

#### *Artículo 12*

##### **Firma**

1. El presente Protocolo quedará abierto a la firma en Oslo el 13 y el 14 de junio de 1994, y posteriormente en la sede de la Organización de las Naciones Unidas en Nueva York hasta el 12 de diciembre de 1994 para los Estados miembros de la Comisión y para los Estados dotados de estatuto consultivo ante la Comisión, de conformidad con el apartado 8 de la Resolución 36 (IV) del Consejo Económico y Social de fecha 28 de marzo de 1947, y para los organismos de integración económica regional, constituidos por Estados soberanos miembros de la Comisión, que tengan competencia para negociar, celebrar y aplicar acuerdos internacionales en las materias contempladas en el presente Protocolo, con la condición de que los Estados y organismos citados sean Partes en el Convenio y estén incluidos en el anexo II.

2. En las materias que dependan de su competencia, estos organismos de integración económica regional ejercerán por sí mismas los derechos y tendrán a su propio cargo las responsabilidades que el presente Protocolo atribuye a sus Estados miembros. En semejantes casos, los Estados miembros de estos organismos no podrán ejercer individualmente dichos derechos.

*Artículo 13***Ratificación, aceptación, aprobación y adhesión**

1. El presente Protocolo queda sujeto a ratificación, aceptación o aprobación por los signatarios.
2. El presente Protocolo queda abierto, a partir del 12 de diciembre de 1994, a la adhesión de los Estados y organismos que cumplan los requisitos del apartado 1 del artículo 12.

*Artículo 14***Depositario**

Los instrumentos de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión quedarán depositados ante el secretario general de la Organización de las Naciones Unidas, quien ejercerá las funciones de depositario.

*Artículo 15***Entrada en vigor**

1. El presente Protocolo entrará en vigor a los noventa días a partir de la fecha del depósito del décimosexto instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión ante el depositario.

2. Respecto a cada Estado y organismo a que se refiere el apartado 1 del artículo 12 que ratifique, acepte o apruebe el presente Protocolo o se adhiera al mismo después del depósito del décimosexto instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión, el Protocolo entrará en vigor a los noventa días a partir de la fecha de depósito por dicha Parte de su instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión.

*Artículo 16***Denuncia**

En cualquier momento posterior a un período de cinco años a partir de la fecha en que haya entrado en vigor el presente Protocolo respecto a una Parte, ésta podrá denunciar el Protocolo mediante notificación escrita dirigida al depositario. La denuncia surtirá efecto a los noventa días a partir de la fecha de su recepción por el depositario, o en cualquier otra fecha posterior que pueda especificarse en la notificación de denuncia.

*Artículo 17***Textos que hacen fe**

El original del presente Protocolo, cuyos textos en francés, inglés y ruso hacen igualmente fe, quedará depositado ante el Secretario general de la Organización de las Naciones Unidas.

EN FE DE LO CUAL los infrascritos, debidamente autorizados a estos efectos, han firmado el presente Protocolo.

HECHO en Oslo, el trece de junio de mil novecientos noventa y cuatro.

---

ANEXO I

DEPÓSITO CRÍTICO DE AZUFRE

(Percentil 5 en centigramos de azufre por metro cuadrado al año)

	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	
37							34	40	32	28	41	52	51	58	116	138	519	817	682									37
36							30	39	32	32	34	34	31	34	112	139	609	434	932									36
35							33	34	35	36	42	32	32	76	110	158	193	316										35
34							34	25	33	33	41	34	33	100	122	448	220	258										34
33							24	45	48	44	44	53	34	52	68	313	313	450										33
32						38	29	49	73	76	81	48	38	32	62	245	230	378										32
31				6	44	37	45	34	71	75	78	82	116	73	167	467	239	133	125	139	259	221	248	229			31	
30			8	4	30	42	60	57	55	85	80	66	126	102	128	656	335	279	143	198	205	173	171	173	208		30	
29			4	11	37	16	37	54	56	55	81	117	143	125	718	296	379	297	542	209	226	215	164	171	162		29	
28			14	6	8	35	19	40	28	61	71	117	111	132	226	323	348	378	225	298	343	177	197	251			28	
27			10	7	7	27	28	44	30	26	94	98	96	115	130	541	403	287	209	579	449	196	176	199			27	
26			32	6	18	26	18	34	28	25	107	81	109	108	120	88	126	204	211	333	418	271	251	234			26	
25				10	5	23	24	27	27	37	115	70	97	98	129	88	88	215	190	409	363	394	338				25	
24				10	6	24	31	55	95	192	146	97	84	138	146	93	102	211	179	418	364	226					24	
23				7	17	1	18	13	32	8	113	112	112	94	76	87	102	181	205	341	371	282					23	
22				13	5	14	11	20	29	56	45	171	76	79	121	114	126	184	196	281	606						22	
21				16	5	8	15	1	21	27	93	87	83	96	105	130	149	207	305	272	526						21	
20				74	11	2	20	3	11	65	119	79	91	116	131	155	165	244	97	96	165	265					20	
19			25		154	5	44	47	178	76	94	73	84	121	152	199	207	154	129	212	182	148	201				19	
18			30				51	9	33	75	93	119	170	167	177	117	94	218	175	195	198	232					18	
17			76	38	28			8	17	36	107	151	39	67	232	116	140	201	237	191	126	1945					17	
16			72	47	70	197		43	43	30	41	51	69	63	104	159	157	142	179	124	153	116	1691	1684			16	
15			38	34	30	19	97	45	43	42	38	57	60	71	73	135	267	201	171	1303	220	123	1335	1220	1553	1729	1783	15
14			16	76	59	83	106	92	76	132	48	50	94	32	84	238	1541	529	583		372	1647	1311	1258	1418	1492	1591	14
13			19	67	84	45	69	79	124	131	96	55	71	77	40	40	150	153	157	179	178						13	
12			48	70	168	115	62	169	96	99	55	56	70	72	76	97	171	205	202	230	145	184					12	
11			48	44		154	119	56	81	79	53	76	105	104	258	153	41				287	567					11	
10							103	112	117	106	89	72	137	123		151	150				1219	252	223				10	
9										138	110	94	138			290	99	107				1778					9	
8										210	181	167	137				161	166									8	
7										203	299	312	285	318	1867													7
6										189	202	198	184	189	223	1707	1815											6
5										238	219	151	119	126	242	1861	1279											5
4										269	157	107	124	173	852	240												4
3										172	202	190	125	141	184	196												3
2										278	180	134	124	142	254													2
1										96	76	43	79															1
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	

## ANEXO II

## EMISIONES MÁXIMAS DE AZUFRE Y REDUCCIONES PORCENTUALES DE LAS EMISIONES

Las emisiones máximas de azufre recogidas en el cuadro que figura a continuación señalan las obligaciones a que se refieren los apartados 2 y 3 del artículo 2 del presente Protocolo. Los niveles de emisión de 1980 y de 1990 y las reducciones porcentuales de las emisiones se indican sólo con fines informativos.

	Niveles de emisión kt SO <sub>2</sub> al año		Emisiones máximas de azufre <sup>(a)</sup> kt SO <sub>2</sub> al año			Reducción porcentual de las emisiones (año de referencia 1980) <sup>(b)</sup>		
	1980	1990	2000	2005	2010	2000	2005	2010
Alemania	7 494	5 803	1 300	990		83	87	
Austria	397	90	78			80		
Bélgica	828	443	248	232	215	70	72	74
Bielorrusia	740		456	400	370	38	46	50
Bulgaria	2 050	2 020	1 374	1 230	1 127	33	40	45
Canadá: — nacional	4 614	3 700	3 200			30		
— SOMA	3 245		1 750			46		
Croacia	150	160	133	125	117	11	17	22
Dinamarca	451	180	90			80		
Eslovaquia	843	539	337	295	240	60	65	72
Eslovenia	235	195	130	94	71	45	60	70
España	3 319	2 316	2 143			35		
Federación Rusa <sup>(c)</sup>	7 161	4 460	4 440	4 297	4 297	38	40	40
Finlandia	584	260	116			80		
Francia	3 348	1 202	868	770	737	74	77	78
Grecia	400	510	595	580	570	0	3	4
Hungría	1 632	1 010	898	816	653	45	50	60
Irlanda	222	168	155			30		
Italia	3 800		1 330	1 042		65	73	
Liechtenstein	0,4	0,1	0,1			75		
Luxemburgo	24		10			58		
Noruega	142	54	34			76		
Países Bajos	466	207	106			77		
Polonia	4 100	3 210	2 583	2 173	1 397	37	47	66
Portugal	266	284	304	294		0	3	
Reino Unido	4 898	3 780	2 449	1 470	980	50	70	80
República Checa	2 257	1 876	1 128	902	632	50	60	72
Suecia	507	130	100			80		
Suiza	126	62	60			52		
Ucrania	3 850		2 310	2 118	1 696	40	45	56
Comunidad Europea	25 513		9 598			62		

## Notas

<sup>(a)</sup> Si, en un año dado antes de 2005, una Parte opina que, debido a un invierno especialmente frío, un verano especialmente seco y una pérdida imprevista a corto plazo de capacidad del sistema de abastecimiento de energía, interiormente o en un país vecino, no puede cumplir sus obligaciones según el presente anexo, podrá satisfacer dichas obligaciones calculando la media de sus emisiones anuales nacionales de azufre del año de que se trate, del año anterior y del año posterior, siempre que el nivel de emisiones de cada uno de estos años no sea más de un 20 % superior a la emisión máxima de azufre.

Se informará al Comité de aplicación de la razón de la extralimitación en un año dado así como del método mediante el que se haya calculado la cifra de la media de los tres años.

<sup>(b)</sup> En el caso de Grecia y Portugal, las reducciones porcentuales de las emisiones que se indican se basan en las emisiones máximas de azufre indicadas para el año 2000.

<sup>(c)</sup> Parte europea dentro de la zona del EMEP.

*ANEXO III***DESIGNACIÓN DE ZONAS DE GESTIÓN DE ÓXIDOS DE AZUFRE (SOMA)**

A los efectos del presente Protocolo se relaciona la siguiente SOMA:

**SOMA de Canadá sudoriental**

Se trata de una zona de 1 millón de km<sup>2</sup> que incluye todo el territorio de las provincias de la Isla del Príncipe Eduardo, Nueva Escocia y Nuevo Brunswick, todo el territorio de la provincia de Quebec al sur de una línea recta trazada entre Havre-St. Pierre en la costa norte del Golfo San Lorenzo y el punto en que el límite entre Quebec y Ontario llega a la costa de la bahía James, y todo el territorio de la provincia de Ontario al sur de una línea recta trazada entre el punto en que el límite de Ontario y Quebec llega a la costa de la bahía James y el río Nipigon cerca de la costa norte del Lago Superior.

---

## ANEXO IV

## TECNOLOGÍAS DE CONTROL DE LAS EMISIONES DE AZUFRE PROCEDENTES DE FUENTES FIJAS

## I. INTRODUCCIÓN

1. El objetivo del presente anexo consiste en dar orientaciones sobre las opciones y tecnologías de control del azufre, a fin de dar efecto a las obligaciones establecidas en el presente Protocolo.
2. El anexo se basa en información sobre opciones generales para la reducción de las emisiones de azufre y, en particular, sobre eficacia y costes de la tecnología de control de las emisiones, incluidas en la documentación oficial del órgano ejecutivo y sus órganos auxiliares.
3. Salvo indicación en contra, las medidas de reducción recogidas se consideran, según una experiencia de funcionamiento de varios años en la mayoría de los casos, como las mejores tecnologías disponibles asequibles económicamente y mejor establecidas. No obstante, el continuo incremento de la experiencia con medidas y tecnologías de reducción de emisiones con nuevas instalaciones, así como con las reformas introducidas en instalaciones ya existentes, exige la revisión periódica del presente anexo.
4. Aunque el anexo recoge una serie de medidas y tecnologías que abarcan una amplia gama de costes y eficiencias, no puede considerarse que agote las opciones de control. Por otra parte, la elección de las medidas y tecnologías de control en cada caso particular dependerá de diversos factores, entre los que se incluye la legislación y reglamentación vigentes y, en concreto, los requisitos de la tecnología de control, los modelos primarios de energía, la infraestructura industrial, las circunstancias económicas y las condiciones específicas de las instalaciones.
5. El anexo trata principalmente del control de las emisiones de azufre oxidado, consideradas como la suma del dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) y trióxido de azufre ( $\text{SO}_3$ ), expresada como  $\text{SO}_2$ . La parte de azufre emitida como óxido de azufre y como otros compuestos de azufre a partir de procesos distintos de la combustión y otras fuentes es pequeña en relación con las emisiones de azufre procedentes de la combustión.
6. A la hora de planear medidas o tecnologías para las fuentes de azufre que emiten otros componentes, especialmente óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), partículas, metales pesados y compuestos orgánicos volátiles (COV), merece la pena considerarlas globalmente junto con opciones de control específicas de cada contaminante, a fin de maximizar el efecto global de disminución y reducir al mínimo el impacto sobre el medio ambiente y, especialmente, evitar la transferencia de problemas de contaminación atmosférica a otros medios (como aguas residuales y residuos sólidos).

## II. GRANDES FUENTES FIJAS DE EMISIONES DE AZUFRE

7. Los procesos de combustión de combustibles fósiles constituyen la fuente principal de las emisiones antropogénicas de azufre a partir de fuentes fijas. Además, contribuyen considerablemente a las emisiones algunos procesos distintos de la combustión. Las categorías de grandes fuentes fijas incluyen las siguientes, según EMEP/Corinair '90:
  - i) centrales eléctricas, instalaciones de cogeneración y de calefacción urbana públicas:
    - a) calderas,
    - b) turbinas fijas de combustión y motores de combustión interna;
  - ii) instalaciones de combustión comerciales, institucionales y residenciales:
    - a) calderas comerciales,
    - b) calentadores domésticos;

- iii) instalaciones industriales de combustión y procesos con combustión:
    - a) calderas y calentadores de procesos,
    - b) procesos como, por ejemplo, operaciones metalúrgicas como el tostado y la sinterización, coquerías, tratamiento de dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>), etc.,
    - c) producción de pasta;
  - iv) procesos distintos de la combustión, por ejemplo, producción de ácido sulfúrico, procesos específicos de síntesis orgánica, tratamiento de superficies metálicas;
  - v) extracción, tratamiento y distribución de combustibles fósiles;
  - vi) tratamiento y eliminación de residuos, por ejemplo, tratamiento térmico de residuos urbanos e industriales.
8. Los datos globales de 1990 de la región de la CEPE indican que aproximadamente el 88 % de las emisiones totales de azufre se deben a todos los procesos de combustión (20 % a la combustión industrial), 5 % a procesos de producción y 7 % a refinerías de petróleo. El sector de las centrales eléctricas es en muchos países el principal contribuyente individual a las emisiones de azufre. En algunos países, el sector industrial (con inclusión de las refinerías) es también un importante emisor de SO<sub>2</sub>. Aunque las emisiones procedentes de refinerías en la región de la CEPE son relativamente pequeñas, su impacto sobre las emisiones de azufre procedentes de otras fuentes es importante debido al azufre contenido en los derivados del petróleo. En principio, el 60 % del azufre incluido en el crudo se mantiene en los derivados, el 30 % se recupera como azufre elemental y el 10 % se emite a través de las chimeneas de las refinerías.

### III. OPCIONES GENERALES DE REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE AZUFRE PROCEDENTES DE LA COMBUSTIÓN

9. Existen las siguientes opciones generales de reducción de las emisiones de azufre:
- i) **Medidas de gestión energética** <sup>(1)</sup>:
    - a) *ahorro de energía*

El uso racional de la energía (mejora de la eficiencia energética/funcionamiento de los procesos, cogeneración o gestión de la demanda) produce generalmente una reducción de las emisiones de azufre.
    - b) *diversificación de la energía*

En general, las emisiones de azufre se reducen al aumentar la proporción de fuentes de energía distintas de la combustión (por ejemplo, energía hidráulica, nuclear, eólica, etc.). No obstante, debe seguir estudiándose el impacto sobre el medio ambiente.
  - ii) **Opciones tecnológicas:**
    - a) *cambio de combustible*

Las emisiones de SO<sub>2</sub> durante la combustión están relacionadas directamente con el contenido de azufre del combustible utilizado.

El cambio del combustible (por ejemplo, de carbones con elevado contenido de azufre a carbones con bajo contenido de azufre o combustibles líquidos, o de carbón a gas) produce un descenso en las emisiones de azufre, pero existen ciertas limitaciones, como la disponibilidad de combustibles con bajo contenido de azufre y la adaptabilidad de los actuales sistemas de combustión a los distintos combustibles. En muchos países de la CEPE, se están sustituyendo algunas instalaciones de combustión de petróleo o carbón por instalaciones de combustión de gas. Las instalaciones que admiten dos combustibles pueden facilitar este cambio.

<sup>(1)</sup> Las opciones i) a) y b) se integran en la estructura y política energética de una Parte. No se consideran aquí la situación de la aplicación, la eficiencia ni los costes por sector.

b) *limpieza del combustible*

La limpieza del gas natural es una tecnología actual que se aplica ampliamente por razones de funcionamiento.

La limpieza de otros gases (gas de refinado de ácido, gas de coquería, biogás, etc.) también es una tecnología actual.

La desulfuración de combustibles líquidos (fracciones ligeras y medias) es una tecnología actual.

La desulfuración de las fracciones pesadas es factible técnicamente; no obstante, hay que tener en cuenta las propiedades del crudo. La desulfuración de residuos atmosféricos (productos de fondo procedentes de unidades de destilación atmosférica de crudo) para la producción de fuelóleo con bajo contenido de azufre no se practica de forma común; generalmente es preferible tratar crudos con bajo contenido de azufre. El hidrocraqueado y la tecnología de conversión total han llegado a la madurez y combinan una elevada retención de azufre con un mejor rendimiento en productos ligeros. Por el momento está limitado el número de refinerías de conversión plena. Estas refinerías recuperan en principio entre el 80 y el 90 % del contenido de azufre y convierten todos los residuos en productos ligeros u otros productos comercializables. En este tipo de refinería están aumentados los costes de inversión y el consumo de energía. En el cuadro 1 siguiente se indica el contenido típico de azufre de los productos de refinería.

Cuadro 1

**Contenido típico de azufre de los productos de refinería**  
[Contenido en S (%)]

	Valores típicos actuales	Valores futuros previstos
Gasolina	0,1	0,05
Queroseno de motor a reacción	0,1	0,01
Gasóleo	0,05-0,3	< 0,05
Gasóleo de calefacción	0,1-0,2	< 0,1
Fuelóleo	0,2-3,5	< 1
Gasóleo marino	0,5-1,0	< 0,5
Fuelóleo para calderas	3,5-5,0	< 1 (zonas costeras) < 2 (alta mar)

Las tecnologías actuales para limpiar la hulla son capaces de eliminar aproximadamente el 50 % del azufre inorgánico (en función de las propiedades de la hulla) pero no afectan al azufre orgánico. Se están elaborando actualmente tecnologías más eficaces que, no obstante, suponen mayores costes e inversiones específicas. Por tanto, la eficiencia de la eliminación del azufre a partir del carbón es limitada en relación con el desulfurado de los gases de combustión. Puede haber un potencial de optimización específica de cada país respecto a la mejor combinación de limpieza de combustible y de limpieza de los gases de combustión.

c) *Tecnologías avanzadas de combustión*

Estas tecnologías de combustión con mejor eficiencia térmica y reducción de las emisiones de azufre incluyen las siguientes: combustión en lecho fluido; burbujeo, circulación y a presión; ciclo combinado con gasificación integrada y turbina de gas de ciclo combinado.

Las turbinas de combustión fija pueden integrarse en sistemas de combustión dentro de las actuales centrales eléctricas convencionales, cuya eficiencia global puede aumentar en un 5 o un 7 %, con una reducción significativa en las emisiones de SO<sub>2</sub>. No obstante, es necesario realizar importantes modificaciones en los sistemas actuales de hornos.

La combustión en lecho fluido es una tecnología de la combustión de hulla y lignito, pero también puede aplicarse para quemar otros combustibles sólidos como coque de petróleo y combustibles de baja graduación, como residuos, turba y madera. Las emisiones pueden reducirse aun más mediante un control de la combustión integrado en el sistema mediante la adición de cal o caliza al material del lecho. La capacidad total instalada de combustión en lecho fluido llega a unos 30 000 MW<sub>t</sub> (entre 250 y 350 instalaciones), con inclusión de 8 000 MW<sub>t</sub> en la gama de capacidad superior a 50 MW<sub>t</sub>. Los subproductos de este proceso pueden dar problemas respecto al uso o la eliminación, por lo que es necesario realizar más estudios de desarrollo.

Los procesos de ciclo combinado con gasificación integrada incluyen la gasificación del carbón y la producción de electricidad mediante un ciclo combinado en una turbina de gas y vapor. El carbón gasificado se quema en la cámara de combustión de la turbina de gas. El control de las emisiones de azufre se logra mediante el uso de una tecnología actual relativa a las instalaciones de limpieza del gas crudo antes de llegar a la turbina de gas. También se dispone de la tecnología para tratar los residuos de aceites pesados y las emulsiones de alquitrán. La capacidad instalada está actualmente en las proximidades de los 1 000 MW<sub>el</sub> (5 instalaciones).

Están actualmente en fase de planificación unas centrales eléctricas de turbina de gas con ciclo combinado que utilizarán gas natural como combustible con una eficiencia energética de, aproximadamente, 48 a 52 %.

d) *Modificaciones del proceso y de la combustión*

No existen modificaciones de la combustión comparables a las medidas aplicadas para el control de las emisiones de NO<sub>x</sub>, ya que durante la combustión se oxida casi completamente el azufre ligado orgánica o inorgánicamente (queda retenido en las cenizas un porcentaje que depende de las características del combustible y de la tecnología de la combustión).

En el presente anexo, los procesos con aditivos secos para calderas convencionales se consideran como modificaciones del proceso debido a la inyección de un agente dentro de la unidad de combustión. No obstante, la experiencia demuestra que, al aplicar estos procesos, se disminuye la capacidad térmica, es elevada la relación Ca/S y es baja la eliminación de azufre. Deben considerarse los problemas relacionados con la posterior utilización del subproducto, de forma que esta solución debe aplicarse normalmente como medida intermedia y en unidades pequeñas (cuadro 2).

Cuadro 2

Emissiones de óxidos de azufre obtenidas con la aplicación de opciones tecnológicas a calderas que utilizan combustibles fósiles

	Emisiones no controladas		Inyección de aditivos		Depuración húmeda		Absorción en seco con pulverización	
	mg/m <sup>3</sup> (°)	gkWh <sub>n</sub>	mg/m <sup>3</sup> (°)	gkWh <sub>n</sub>	mg/m <sup>3</sup> (°)	gkWh <sub>n</sub>	mg/m <sup>3</sup> (°)	gkWh <sub>el</sub>
Eficiencia de la reducción (%)			hasta 60		95		hasta 90	
Eficiencia energética (kW <sub>el</sub> /10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /n)			0,1-1		6-10		3-6	
Capacidad instalada total (CEPE Eur) MW <sub>n,t</sub>					194 000		16 000	
Tipo de subproducto			Mezcla de sales de Ca y cenizas volantes		Yeso (lodo/agua residual)		Mezcla de CaSO <sub>3</sub> x 1/2 H <sub>2</sub> O y cenizas volantes	
Inversión específica (coste ECU (1990)/kW <sub>el</sub> )			20-50		60-250		50-220	
Hulla (°)	1 000-10 000	3,5-35	400-4 000	1,4-14	< 400 (< 200, 1 % S)	< 1,4 < 0,7	< 400 (< 200, 1 % S)	< 1,4 < 0,7
Lignito (°)	1 000-20 000	4,2-84	400-8 000	1,7-33,6	< 400 (< 200, 1 % S)	< 1,7 < 0,8	< 400 (< 200, 1 % S)	< 1,7 < 0,8
Aceite pesado (°)	1 000-10 000	2,8-28	400-4 000	1,1-11	< 400 (< 200, 1 % S)	< 1,1 < 0,6	< 400 (< 200, 1 % S)	< 1,1 < 0,6

	Depuración con amoniaco <sup>(b)</sup>		Wellman Lord <sup>(a)</sup>		Carbón activado <sup>(a)</sup>		Catalítico combinado <sup>(a)</sup>	
Eficiencia de la reducción (%)	hasta 90		95		95		95	
Eficiencia energética (kW <sub>el</sub> /10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /n)	3-10		10-15		4-8		2	
Capacidad instalada total (CEPE Eur) MW <sub>n</sub>	200		2 000		700		1 300	
Tipo de subproducto	Fertilizante de amoniaco		S elemental (99 vol %)		S elemental (99 vol %)		Ácido sulfúrico (70 wl %)	
Inversión específica (coste ECU (1990)/kW <sub>el</sub> )	230-270 <sup>(e)</sup>		200-300 <sup>(e)</sup>		280-320 <sup>(e)</sup> <sup>(f)</sup>		320-350 <sup>(e)</sup> <sup>(f)</sup>	
	mg/m <sup>3</sup> <sup>(c)</sup>	gkWh <sub>n</sub>	mg/m <sup>3</sup> <sup>(c)</sup>	gkWh <sub>n</sub>	mg/m <sup>3</sup> <sup>(c)</sup>	gkWh <sub>n</sub>	mg/m <sup>3</sup> <sup>(c)</sup>	gkWh <sub>n</sub>
Hulla <sup>(d)</sup>	< 400 (< 200, 1 % S)	< 1,4 < 0,7	< 400 (< 200, 1 % S)	< 1,4 < 0,7	< 400 (< 200, 1 % S)	< 1,4 < 0,7	< 400 (< 200, 1 % S)	< 1,4 < 0,7
Lignito <sup>(d)</sup>	< 400 (< 200, 1 % S)	< 1,7 < 0,8	< 400 (< 200, 1 % S)	< 1,7 < 0,8	< 400 (< 200, 1 % S)	< 1,7 < 0,8	< 400 (< 200, 1 % S)	< 1,7 < 0,8
Aceite pesado <sup>(d)</sup>	< 400 (< 200, 1 % S)	< 1,1 < 0,6	< 400 (< 200, 1 % S)	< 1,1 < 0,6	< 400 (< 200, 1 % S)	< 1,1 < 0,6	< 400 (< 200, 1 % S)	< 1,1 < 0,6

<sup>(a)</sup> En caso de que el combustible presente un elevado contenido de azufre, la eficiencia de la eliminación debe adaptarse. No obstante, la amplitud de esta operación puede ser específica de cada proceso. Generalmente, la disponibilidad de estos procesos es del 95 %.

<sup>(b)</sup> Aplicabilidad líquida en caso de combustibles con elevado contenido de azufre.

<sup>(c)</sup> Emisión en mg/m<sup>3</sup> (en condiciones normales de temperatura y presión), seca, 6 % de oxígeno en caso de combustibles sólidos, 3 % de oxígeno en caso de combustibles líquidos.

<sup>(d)</sup> El factor de conversión depende de las propiedades del combustible, del volumen específico del gas combustible y de la eficiencia térmica de la caldera [factores de conversión (m<sup>3</sup>/kWh<sub>n</sub>, eficiencia térmica: 36 %) utilizados: hulla: 3,50; lignito: 4,20; aceites pesados: 2,80].

<sup>(e)</sup> Los costes de inversión específica se refieren a una pequeña muestra de instalaciones.

<sup>(f)</sup> El coste de inversión específica incluye el proceso de desnitrificación.

Este cuadro se ha elaborado principalmente teniendo en cuenta las grandes instalaciones de combustión del sector público. No obstante, las opciones de control son válidas también para otros sectores con gases de escape similares.

#### e) Procesos de desulfuración de gases de combustión

Estos procesos tienen como objetivo eliminar los óxidos de azufre ya formados, y se citan también como medidas secundarias. Las tecnologías actuales para el tratamiento de los gases de combustión se basan todas en la eliminación del azufre mediante procesos químicos húmedos, secos o semisecos y catalíticos.

Para conseguir el programa de máxima eficacia de reducción de las emisiones de azufre más allá de las medidas de gestión de la energía que se mencionan en el inciso i) anterior, debe considerarse combinar las opciones tecnológicas citadas en el inciso ii) anterior.

En algunos casos, las opciones de reducción de las emisiones de azufre pueden producir una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y otros contaminantes.

En las centrales eléctricas e instalaciones de cogeneración y de calefacción urbana de carácter público, los procesos utilizados de tratamiento de los gases de salida incluyen los siguientes: depuración húmeda con cal/caliza; absorción en seco con pulverización; proceso Wellman Lord; depuración con amoniaco y procesos combinados de eliminación de NO<sub>x</sub>/SO<sub>x</sub> (procesos con carbón activado y eliminación catalítica combinada de NO<sub>x</sub>/SO<sub>x</sub>).

En el sector de producción de electricidad, la depuración húmeda con cal o caliza y la absorción en seco con pulverización cubren el 85 % y el 10 %, respectivamente, de la capacidad instalada de desulfuración de los gases de combustión.

Aún no han pasado de la fase piloto varios procesos nuevos de desulfuración de los gases de combustión, como la depuración en seco con haz de electrones y Mark 13 A.

El cuadro 2 anterior presenta la eficiencia de las medidas secundarias citadas a partir de la experiencia práctica obtenida con un amplio número de instalaciones realizadas. También se citan la capacidad instalada y la gama de capacidad. A pesar de que varias tecnologías de disminución del azufre presentan características comparables, la acción de factores locales o específicos de las instalaciones puede hacer que quede excluida una tecnología determinada.

El cuadro 2 incluye asimismo la gama usual de costes de inversión que supone las tecnologías de eliminación del azufre que se recogen en las letras c), d) y e) del inciso ii). No obstante, al aplicar estas tecnologías a cada caso concreto, debe observarse que los costes de inversión de las medidas de reducción de las emisiones dependen de factores como la tecnología particular utilizada, los sistemas de control requeridos, el tamaño de la instalación, la amplitud de la reducción requerida y el calendario de los ciclos de mantenimiento requeridos. Así pues, el cuadro sólo indica una amplia gama de costes de inversión. Los costes de inversión necesarios para reformar unas instalaciones antiguas son generalmente superiores a los necesarios para construir una nueva instalación.

#### IV. TÉCNICA DE CONTROL EN OTROS SECTORES

10. Las técnicas de control recogidas en las letras a) a e) del inciso ii) del punto 9 son válidas no sólo en el sector de las centrales eléctricas sino también en otros sectores industriales. Se tienen ya varios años de experiencia del funcionamiento, en la mayoría de los casos en el sector de las centrales eléctricas.
11. La aplicación de tecnologías de reducción del azufre en el sector industrial depende simplemente de las limitaciones específicas del proceso en el sector correspondiente. En el cuadro 3 siguiente se presentan fuentes importantes de emisiones de azufre y medidas correspondientes de reducción:

*Cuadro 3*

Fuente	Medidas de reducción
Tostado de sulfuros no ferrosos	Proceso catalítico con ácido sulfúrico húmedo
Producción de viscosa	Proceso de doble contacto
Producción de ácido sulfúrico	Proceso de doble contacto, rendimiento mejorado
Producción de pasta Kraft	Diversas medidas integradas en el proceso

12. En los sectores citados en el cuadro 3 pueden utilizarse medidas integradas en el proceso, con inclusión de cambios en las materias primas (en caso necesario, combinadas con un tratamiento de los gases de combustión específico del sector), para lograr la reducción más eficaz de las emisiones de azufre.
13. Se indican los siguientes ejemplos:
  - a) en nuevas fábricas de pasta Kraft puede obtenerse una emisión de azufre inferior a 1 kg de azufre por tonelada de pasta secada al aire <sup>(1)</sup>;
  - b) en fábricas de pasta de sulfito, puede obtenerse de 1 a 1,5 kg de azufre por tonelada de pulpa secada al aire;
  - c) en el caso del tostado de sulfuros, se han señalado eficiencias de eliminación del 80 al 99 % en unidades de 10 000 a 200 000 m<sup>3</sup>/h (según el proceso);
  - d) en una instalación de sinterización de mineral de hierro, una unidad de desulfuración de gases de combustión de 320 000 m<sup>3</sup>/h de capacidad produce un gas limpio con menos de 100 mg SO<sub>x</sub>/Nm<sup>3</sup> con 6 % de O<sub>2</sub>;
  - e) se están consiguiendo menos de 400 mg SO<sub>x</sub>/Nm<sup>3</sup> con 6 % de O<sub>2</sub> en hornos de coque;

<sup>(1)</sup> Es necesario controlar la relación azufre-sodio, es decir, eliminación del azufre en forma de sales neutras y uso de un aporte de sodio exento de azufre.

- f) algunas instalaciones de ácido sulfúrico están logrando una tasa de conversión superior al 99 %.
- g) en unas instalaciones avanzadas de Claus se logra una recuperación de azufre superior al 99 %.

#### V. SUBPRODUCTOS Y EFECTOS SECUNDARIOS

- 14. Al aumentar las medidas de reducción de las emisiones de azufre procedentes de fuentes fijas en los países de la zona de la CEPE, también aumentarán las cantidades de subproductos.
- 15. Deben seleccionarse las opciones que produzcan subproductos utilizables. Por otra parte, deben seleccionarse, siempre que sea posible, opciones que produzcan una mejor eficiencia térmica y que reduzcan al mínimo la eliminación de residuos. Aunque la mayoría de los subproductos son utilizables o reciclables como yeso, sales de amonio, ácido sulfúrico o azufre, es necesario tener en cuenta factores tales como las condiciones del mercado y las normas de calidad. Debe seguir fomentándose la utilización de subproductos de la combustión en lecho fluido y de la absorción en seco con pulverización, y debe investigarse sobre ellos, ya que los lugares y criterios de eliminación limitan ésta en varios países.
- 16. Los siguientes efectos secundarios no impiden la aplicación de ninguna técnica o método pero deben tenerse en cuenta cuando sean posibles varias opciones de reducción del azufre:
  - a) requisitos energéticos de los procesos de tratamiento de los gases;
  - b) ataque por corrosión debida a la formación de ácido sulfúrico por la reacción de los óxidos de azufre con vapor de agua;
  - c) mayor utilización de agua y tratamiento de aguas residuales;
  - d) necesidades de reactivos;
  - e) eliminación de residuos sólidos.

#### VI. SEGUIMIENTO E INFORME

- 17. Las medidas adoptadas para aplicar estrategias y políticas nacionales a la reducción de la contaminación atmosférica incluyen las siguientes: disposiciones legislativas y reglamentarias, incentivos y medidas disuasorias económicos así como requisitos tecnológicos (mejor tecnología disponible).
- 18. En general, las normas se establecen por fuente de emisión, con arreglo al tamaño de la instalación, modo de funcionamiento, tecnología de combustión tipo de combustible y de si se trata de una instalación nueva o ya existente. Otro enfoque también utilizado consiste en establecer un objetivo de reducción de las emisiones totales de azufre de un grupo de fuentes y dejar abierta la opción de elegir las medidas concretas que se adopten para alcanzar dicho objetivo (concepto burbuja).
- 19. Las medidas dirigidas a limitar las emisiones de azufre a los niveles establecidos en la legislación marco nacional deben controlarse mediante un sistema de seguimiento permanente y de informes que se presentarán a las autoridades supervisoras.
- 20. Existen varios sistemas de seguimiento con utilización de métodos de medida tanto continuos como discontinuos. No obstante, varían los requisitos de calidad. Las medidas deben ser realizadas por centros cualificados que utilicen sistemas de medidas y de seguimiento. Con este objetivo, la mejor garantía es la de un sistema de certificación.
- 21. En el contexto de los sistemas modernos automatizados de seguimiento y de equipos de control de procesos, la elaboración de informes no presenta ningún problema. La recogida de datos para su elaboración posterior es una técnica actual; no obstante, los datos que deben presentarse a las autoridades competentes varían según los casos. Para obtener una mejor comparabilidad, deben armonizarse los conjuntos de datos y las normas que los regulan. También es deseable armonizar la garantía de calidad de los sistemas de medida y seguimiento. Este factor debe tenerse en cuenta a la hora de comparar los datos.

22. Para evitar discrepancias e incoherencias, deben definirse claramente aspectos y parámetros clave, incluyendo los siguientes:
- a) definición de normas expresadas en ppmv, mg/Nm<sup>3</sup>, g/GJ, kg/h o kg/tonelada de producto. La mayoría de estas unidades deben calcularse y especificarse en términos de temperatura del gas, humedad, presión, contenido de oxígeno o valor de energía térmica de entrada;
  - b) definición de un período a lo largo del cual deban promediarse las normas, expresado en horas, meses o un año;
  - c) definición de los tiempos de avería y de las correspondientes normas de emergencia en relación con el desvío de sistemas de seguimiento o el cierre de la instalación;
  - d) definición de métodos para incorporar datos perdidos o no obtenidos como consecuencia de avería del equipo;
  - e) definición del grupo de parámetros que deban medirse. La información necesaria puede variar en función del tipo de proceso industrial. Queda incluida aquí la ubicación del punto de medida dentro del sistema.
23. Debe garantizarse el control de calidad de las medidas.
-

## ANEXO V

## VALORES LÍMITE DE LAS EMISIONES Y DEL CONTENIDO EN AZUFRE

A. Valores límite de las emisiones de grandes fuentes fijas de combustión <sup>(a)</sup>

	(i) (MW <sub>t</sub> )	(ii) Valor límite de emisión (mg SO <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup> ) <sup>(b)</sup>	(iii) Tasa de desulfuración (%)
1. COMBUSTIBLES SÓLIDOS (basado en un 6 % de oxígeno en los gases de combustión)	50-100	2 000	
	100-500	2 000-400 (descenso lineal)	40 (para 100-167 MW <sub>t</sub> ) 40-90 (aumento lineal para 167-500 MW <sub>t</sub> )
	> 500	400	90
2. COMBUSTIBLES LÍQUIDOS (basado en un 3 % de oxígeno en los gases de combustión)	50-300	1 700	
	300-500	1 700-400 (descenso lineal)	90
	> 500	400	90
3. COMBUSTIBLES GASEOSOS (basado en un 3 % de oxígeno en los gases de combustión)			
Combustibles gaseosos en general		35	
Gas licuado		5	
Gases de bajo poder calorí- fico procedentes de la gasi- ficación de residuos de refi- nería, gas de coquería, gas de alto horno		800	

## B. Gasóleo

	Contenido de azufre (%)
Gasóleo para vehículos de carretera	0,05
Otros tipos	0,2

**Notas**

(<sup>a</sup>) Como orientación, en el caso de una instalación con una unidad de combustión multicomcombustible, donde se utilicen simultáneamente dos o más tipos de combustibles, las autoridades competentes fijarán los valores límite de emisión teniendo en cuenta los valores límite de emisión de la columna (ii) correspondientes a cada combustible concreto, la tasa de energía térmica de entrada de cada combustible y, en el caso de refinerías, las características específicas pertinentes de la instalación. En el caso de las refinerías, el valor límite combinado de este tipo no superará en ninguna circunstancia los 1 700 mg SO<sub>2</sub>/Nm<sup>3</sup>.

En particular, los valores límite no se aplicarán a las siguientes instalaciones:

- instalaciones donde los productos de la combustión se utilicen directamente en el calentamiento, secado o cualquier otro tratamiento de objetos o materiales, como por ejemplo, hornos de recalentado, hornos de tratamiento térmico,
- instalaciones de poscombustión, es decir, dispositivos técnicos diseñados para purificar los gases residuales mediante combustión y que no funcionan como instalaciones de combustión independiente,
- instalaciones de regeneración de catalizadores de craqueo catalítico,
- instalaciones de conversión de sulfuro de hidrógeno en azufre,
- reactores utilizados en la industria química,
- hornos de baterías de coque,
- hornos de Cowper,
- incineradores de residuos,
- instalaciones con motores de gasóleo, gasolina y gas o con turbinas de gas, independientemente del combustible utilizado.

En caso de que una Parte, debido al elevado contenido de azufre de sus combustibles sólidos o líquidos, no pueda respetar los valores límite de emisión establecidos en la columna (ii), podrá aplicar las tasas de desulfuración establecidas en la columna (iii) o un valor límite máximo de 800 mg SO<sub>2</sub>/Nm<sup>3</sup>, (aunque es preferible no superar los 650 mg SO<sub>2</sub>/Nm<sup>3</sup>). La Parte informará de la eventual aplicación de estos límites al comité de aplicación durante el año civil en que la realice.

Cuando dos o más nuevas instalaciones distintas se instalen de forma que, teniendo en cuenta factores técnicos y económicos, sus gases residuales, a juicio de las autoridades competentes, pudieran eliminarse a través de una chimenea común, la combinación formada por dichas instalaciones deberá considerarse como una sola unidad.

(<sup>b</sup>) mg SO<sub>2</sub>/Nm<sup>3</sup> se define a la temperatura de 263 °K y a la presión de 101 kPa, previa corrección del contenido de vapor de agua.

---