

Diario Oficial

de la Unión Europea

L 70



Edición
en lengua española

Legislación

55° año

8 de marzo de 2012

Sumario

II Actos no legislativos

DECISIONES

2012/134/UE:

- ★ **Decisión de Ejecución de la Comisión, de 28 de febrero de 2012, por la que se establecen las conclusiones sobre las mejores tecnologías disponibles (MTD) en la fabricación de vidrio conforme a la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre las emisiones industriales [notificada con el número C(2012) 865] ⁽¹⁾.....** 1

2012/135/UE:

- ★ **Decisión de Ejecución de la Comisión, de 28 de febrero de 2012, por la que se establecen las conclusiones sobre las mejores tecnologías disponibles (MTD) en la producción siderúrgica conforme a la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre las emisiones industriales [notificada con el número C(2012) 903] ⁽¹⁾.....** 63

Precio: 4 EUR

⁽¹⁾ Texto pertinente a efectos del EEE

ES

Los actos cuyos títulos van impresos en caracteres finos son actos de gestión corriente, adoptados en el marco de la política agraria, y que tienen generalmente un período de validez limitado.

Los actos cuyos títulos van impresos en caracteres gruesos y precedidos de un asterisco son todos los demás actos.

II

(Actos no legislativos)

DECISIONES

DECISIÓN DE EJECUCIÓN DE LA COMISIÓN

de 28 de febrero de 2012

por la que se establecen las conclusiones sobre las mejores tecnologías disponibles (MTD) en la fabricación de vidrio conforme a la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre las emisiones industriales

[notificada con el número C(2012) 865]

(Texto pertinente a efectos del EEE)

(2012/134/UE)

LA COMISIÓN EUROPEA,

Visto el Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea,

Vista la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de noviembre de 2010, sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación) ⁽¹⁾, y, en particular, su artículo 13, apartado 5,

Considerando lo siguiente:

(1) En el artículo 13, apartado 1, de la Directiva 2010/75/UE se exige a la Comisión que organice un intercambio de información sobre las emisiones industriales entre ella y los Estados miembros, las industrias afectadas y las organizaciones no gubernamentales promotoras de la protección del medio ambiente, a fin de facilitar la elaboración de los documentos de referencia sobre las mejores técnicas disponibles (MTD), que se definen en el artículo 3, punto 11, de dicha Directiva.

(2) De conformidad con el artículo 13, apartado 2, de la Directiva 2010/75/UE, el intercambio de información debe versar sobre el funcionamiento de las instalaciones y técnicas en lo que se refiere a emisiones expresadas como medias a corto y largo plazo, según proceda, y las condiciones de referencia asociadas, consumo y tipo de materias primas, consumo de agua, uso de energía y generación de residuos, así como a las técnicas usadas, controles asociados, efectos entre distintos medios, viabilidad técnica y económica y evolución registrada, junto con las mejores técnicas disponibles y técnicas emergentes definidas tras considerar los temas mencionados en las letras a) y b) del artículo 13, apartado 2, de dicha Directiva.

(3) Las «conclusiones sobre las MTD» definidas en el artículo 3, punto 12, de la Directiva 2010/75/UE constituyen el elemento principal de los documentos de referencia MTD y establecen las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles, su descripción, la información para evaluar su aplicabilidad, los niveles de emisión correspondientes a las mejores técnicas disponibles, las monitorizaciones asociadas, los niveles de consumo asociados y, si procede, las medidas de rehabilitación del emplazamiento de que se trate.

(4) De acuerdo con el artículo 14, apartado 3, de la Directiva 2010/75/UE, las conclusiones sobre las MTD deben constituir la referencia para el establecimiento de las condiciones del permiso en relación con las instalaciones incluidas en el ámbito del capítulo II.

(5) En el artículo 15, apartado 3, de la Directiva 2010/75/UE se establece que la autoridad competente ha de fijar valores límite de emisión que garanticen que, en condiciones de funcionamiento normal, las emisiones no superan los niveles de emisión asociados a las mejores técnicas disponibles que se establecen en las decisiones relativas a las conclusiones sobre las MTD, contempladas en el artículo 13, apartado 5, de dicha Directiva.

(6) En el artículo 15, apartado 4, de la Directiva 2010/75/UE se contempla la posibilidad de permitir excepciones a lo dispuesto en el artículo 15, apartado 3, solamente si los costes derivados de la consecución de los niveles de emisión son desproporcionadamente elevados en comparación con el beneficio ambiental, debido a la ubicación geográfica, la situación del entorno local o las características técnicas de la instalación de que se trate.

(7) En virtud del artículo 16, apartado 1, de la Directiva 2010/75/UE, los requisitos de control incluidos en el permiso como se indica en la letra c) del artículo 14, apartado 1, se deben basar en las conclusiones sobre la monitorización recogidas en las conclusiones sobre las MTD.

⁽¹⁾ DO L 334 de 17.12.2010, p. 17.

- (8) De acuerdo con el artículo 21, apartado 3, de la Directiva 2010/75/UE, en un plazo de cuatro años a partir de la publicación de decisiones relativas a las conclusiones sobre las MTD, la autoridad competente debe revisar y, si fuera necesario, actualizar todas las condiciones del permiso y garantizar que la instalación cumpla dichas condiciones.
- (9) Mediante la Decisión de la Comisión, de 16 de mayo de 2011, por la que se crea un Foro para el intercambio de información en virtud del artículo 13 de la Directiva 2010/75/UE, sobre las emisiones industriales ⁽¹⁾, se creaba un Foro compuesto por representantes de los Estados miembros, las industrias interesadas y las organizaciones no gubernamentales promotoras de la protección del medio ambiente.
- (10) De acuerdo con el artículo 13, apartado 4, de la Directiva 2010/75/UE, la Comisión recibió el 13 de septiembre de 2011 el dictamen ⁽²⁾ de dicho Foro sobre el contenido propuesto del documento de referencia MTD relativo a la fabricación de vidrio, y lo hizo público.
- (11) Las medidas previstas en la presente Decisión se ajustan al dictamen del Comité creado en virtud del artículo 75, apartado 1, de la Directiva 2010/75/UE.

HA ADOPTADO LA PRESENTE DECISIÓN:

Artículo 1

Las conclusiones sobre las MTD en la fabricación de vidrio se detallan en el anexo de la presente Decisión.

Artículo 2

Los destinatarios de la presente Decisión serán los Estados miembros.

Hecho en Bruselas, el 28 de febrero de 2012.

Por la Comisión

Janez POTOČNIK

Miembro de la Comisión

⁽¹⁾ DO C 146 de 17.5.2011, p. 3.

⁽²⁾ http://circa.europa.eu/Public/irc/env/ied/library?l=ied_art_13_forum/opinions_article.

ANEXO

CONCLUSIONES SOBRE LAS MTD EN LA FABRICACIÓN DE VIDRIO

ÁMBITO DE APLICACIÓN	6
DEFINICIONES	6
GENERALIDADES	6
Períodos de promedio y condiciones de referencia para las emisiones atmosféricas	6
Conversión a la concentración de oxígeno de referencia	7
Conversión de las concentraciones a emisiones de masa específica	8
Definiciones para determinados contaminantes atmosféricos	9
Períodos promedios para los vertidos de aguas residuales	9
1.1. Conclusiones generales sobre las MTD en el sector de fabricación de vidrio	9
1.1.1. Sistemas de gestión medioambiental	9
1.1.2. Eficiencia energética	10
1.1.3. Manipulación y almacenamiento de materiales	11
1.1.4. Técnicas primarias generales	12
1.1.5. Emisiones al agua de los procesos de fabricación de vidrio	14
1.1.6. Residuos de los procesos de fabricación de vidrio	16
1.1.7. Ruido de los procesos de fabricación de vidrio	17
1.2. Conclusiones sobre las MTD en la fabricación de vidrio para envases	17
1.2.1. Emisiones de partículas de los hornos de fusión	17
1.2.2. Óxidos de nitrógeno (NO _x) de los hornos de fusión	17
1.2.3. Óxidos de azufre (SO _x) de los hornos de fusión	20
1.2.4. Cloruro de hidrógeno (HCl) y fluoruro de hidrógeno (HF) de hornos de fusión	20
1.2.5. Metales de los hornos de fusión	21
1.2.6. Emisiones de procesos de acabado	21
1.3. Conclusiones sobre las MTD en la fabricación de vidrio plano	23
1.3.1. Emisiones de partículas de los hornos de fusión	23
1.3.2. Óxidos de nitrógeno (NO _x) de los hornos de fusión	23
1.3.3. Óxidos de azufre (SO _x) de los hornos de fusión	25
1.3.4. Cloruro de hidrógeno (HCl) y fluoruro de hidrógeno (HF) de hornos de fusión	26
1.3.5. Metales de los hornos de fusión	26
1.3.6. Emisiones de procesos de acabado	27

1.4.	Conclusiones sobre las MTD en la fabricación de fibra de vidrio de filamento continuo	28
1.4.1.	Emisiones de partículas de los hornos de fusión	28
1.4.2.	Óxidos de nitrógeno (NO _x) de los hornos de fusión	29
1.4.3.	Óxidos de azufre (SO _x) de los hornos de fusión	29
1.4.4.	Cloruro de hidrógeno (HCl) y fluoruro de hidrógeno (HF) de hornos de fusión	30
1.4.5.	Metales de los hornos de fusión	31
1.4.6.	Emisiones de procesos de acabado	31
1.5.	Conclusiones sobre las MTD en la fabricación de vidrio de uso doméstico	32
1.5.1.	Emisiones de partículas de los hornos de fusión	32
1.5.2.	Óxidos de nitrógeno (NO _x) de los hornos de fusión	33
1.5.3.	Óxidos de azufre (SO _x) de los hornos de fusión	35
1.5.4.	Cloruro de hidrógeno (HCl) y fluoruro de hidrógeno (HF) de hornos de fusión	35
1.5.5.	Metales de los hornos de fusión	36
1.5.6.	Emisiones de procesos de acabado	38
1.6.	Conclusiones sobre las MTD en la fabricación de vidrios especiales	39
1.6.1.	Emisiones de partículas de los hornos de fusión	39
1.6.2.	Óxidos de nitrógeno (NO _x) de los hornos de fusión	39
1.6.3.	Óxidos de azufre (SO _x) de los hornos de fusión	42
1.6.4.	Cloruro de hidrógeno (HCl) y fluoruro de hidrógeno (HF) de hornos de fusión	42
1.6.5.	Metales de los hornos de fusión	43
1.6.6.	Emisiones de procesos de acabado	43
1.7.	Conclusiones sobre las MTD en la fabricación de lana mineral	44
1.7.1.	Emisiones de partículas de los hornos de fusión	44
1.7.2.	Óxidos de nitrógeno (NO _x) de los hornos de fusión	45
1.7.3.	Óxidos de azufre (SO _x) de los hornos de fusión	46
1.7.4.	Cloruro de hidrógeno (HCl) y fluoruro de hidrógeno (HF) de hornos de fusión	47
1.7.5.	Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S) de los hornos de fusión de lana de roca	48
1.7.6.	Metales de los hornos de fusión	48
1.7.7.	Emisiones de procesos de acabado	49
1.8.	Conclusiones sobre las MTD en la fabricación de lanas de aislamiento de alta temperatura (HTIW)	50
1.8.1.	Emisiones de partículas de la fusión y de los procesos posteriores	50
1.8.2.	Óxidos de nitrógeno (NO _x) de los hornos de fusión y de los procesos de acabado	51

1.8.3.	Óxidos de azufre (SO _x) de los hornos de fusión y de los procesos de acabado	52
1.8.4.	Cloruro de hidrógeno (HCl) y fluoruro de hidrógeno (HF) de hornos de fusión	52
1.8.5.	Metales de los hornos de fusión y de los procesos de acabado	53
1.8.6.	Compuestos orgánicos volátiles de los procesos de acabado	53
1.9.	Conclusiones sobre las MTD en la fabricación de fritas	54
1.9.1.	Emisiones de partículas de los hornos de fusión	54
1.9.2.	Óxidos de nitrógeno (NO _x) de los hornos de fusión	54
1.9.3.	Óxidos de azufre (SO _x) de los hornos de fusión	55
1.9.4.	Cloruro de hidrógeno (HCl) y fluoruro de hidrógeno (HF) de hornos de fusión	56
1.9.5.	Metales de los hornos de fusión	56
1.9.6.	Emisiones de procesos posteriores	57
	Glosario	58
1.10.	Descripción de las técnicas	58
1.10.1.	Emisiones de partículas	58
1.10.2.	Emisiones de NO _x	58
1.10.3.	Emisiones de SO _x	60
1.10.4.	Emisiones de HCl, HF	60
1.10.5.	Emisiones de metales	60
1.10.6.	Emisiones gaseosas combinadas (por ejemplo, SO _x , HCl, HF, compuestos de boro)	61
1.10.7.	Emisiones combinadas (sólidas + gaseosas)	61
1.10.8.	Emisiones de las operaciones de corte, triturado y pulido	61
1.10.9.	Emisiones de H ₂ S, COV	62

ÁMBITO DE APLICACIÓN

En este documento se presentan conclusiones sobre las MTD en las siguientes actividades industriales especificadas en el anexo I de la Directiva 2010/75/UE:

- 3.3. Fabricación de vidrio incluida la fibra de vidrio, con una capacidad de fusión superior a 20 toneladas por día;
- 3.4. Fundición de materiales minerales, incluida la fabricación de fibras minerales con una capacidad de fundición superior a 20 toneladas por día.

Estas conclusiones no se refieren a las siguientes actividades:

- Producción de vidrio soluble, que se trata en el documento de referencia «Química inorgánica de gran volumen de producción: sólidos y otros productos» (LVIC-S)
- Producción de lanas policristalinas
- Producción de espejos, que se trata en el documento de referencia «Tratamiento de superficies con disolventes orgánicos» (STS).

Otros documentos de referencia que son importantes para las actividades de que tratan las presentes conclusiones son los siguientes:

Documentos de referencia	Actividad
Emissiones generadas por el almacenamiento (EFS)	Almacenamiento y manipulación de materias primas
Eficiencia energética (ENE)	Eficiencia energética en general
Economía y efectos interambientales (ECM)	Economía y efectos interambientales de las técnicas
Principios generales de vigilancia (MON)	Vigilancia de emisiones y consumo

Las técnicas relacionadas y descritas en estas conclusiones no son prescriptivas ni exhaustivas.

DEFINICIONES

Para los fines de las presentes conclusiones sobre las MTD son aplicables las definiciones siguientes:

Término utilizado	Definición
Planta nueva	Una planta que inicie su operación en los terrenos de la instalación tras la publicación de las presentes conclusiones sobre MTD o una planta existente que se sustituye completamente sobre los cimientos de la instalación tras la publicación de las presentes conclusiones
Planta existente	Una planta que no es nueva
Horno nuevo	Un horno emplazado en los terrenos de la instalación tras la publicación de las presentes conclusiones o una reconstrucción total de un horno tras la publicación de las presentes conclusiones
Reconstrucción normal del horno	Una reconstrucción realizada entre campañas que no entrañe ninguna modificación significativa de la tecnología o los requisitos del horno, que no ajuste considerablemente el armazón del horno y que apenas modifique las dimensiones del mismo. El refractario del horno y, cuando proceda, los regeneradores se reparan mediante la sustitución total o parcial del material.
Reconstrucción completa del horno	Una reconstrucción que suponga una modificación considerable de la tecnología o requisitos del horno y un ajuste importante o sustitución del horno y del equipo relacionado.

GENERALIDADES

Períodos de promedio y condiciones de referencia para las emisiones atmosféricas

Salvo que se indique expresamente lo contrario, los niveles de emisiones asociados a las mejores técnicas disponibles (NEA-MTD, también conocidos por sus siglas inglesas, BAT-AELs) para las emisiones atmosféricas recogidas en las presentes conclusiones se aplican en las condiciones de referencia recogidas en la tabla 1. Todos los valores relativos a las concentraciones en los gases residuales se refieren a las condiciones normales: gas seco, temperatura 273,15 K, presión 101,3 kPa.

Para mediciones discontinuas	Los NEA-MTD se refieren al valor medio de tres muestras puntuales, de un mínimo de 30 minutos cada una; para los hornos regenerativos, el período de medición deberá abarcar como mínimo dos inversiones de ignición de las cámaras regeneradoras.
Para mediciones continuas	Los NEA-MTD se refieren a los valores medios diarios.

Tabla 1

Condiciones de referencia para los NEA-MTD concernientes a las emisiones atmosféricas

Actividades	Unidad	Condiciones de referencia	
Actividades de fusión	Horno de fusión convencional en fundiciones continuas	mg/Nm ³	8 % de oxígeno en volumen
	Horno de fusión convencional en fundiciones discontinuas	mg/Nm ³	13 % de oxígeno en volumen
	Hornos de oxicomustión	kg/tonelada de vidrio fundido	La expresión de los niveles de emisión medidos como mg/Nm ³ a una concentración de oxígeno de referencia no resulta aplicable.
	Hornos eléctricos	mg/Nm ³ o kg/tonelada de vidrio fundido	La expresión de los niveles de emisión medidos como mg/Nm ³ a una concentración de oxígeno de referencia no resulta aplicable.
	Hornos de fusión de fritada	mg/Nm ³ o kg/tonelada de frita fundida	Las concentraciones se refieren a un 15 % de oxígeno en volumen. Cuando se utilice la combustión de la mezcla aire-gas, se aplicarán los NEA-MTD expresados como la concentración de las emisiones (mg/Nm ³). Cuando se utilice únicamente la oxicomustión, se aplicarán los NEA-MTD expresados como emisiones de masa específicas (kg/tonelada de frita fundida). Cuando se utilice la combustión por mezcla de aire-combustible enriquecida con oxígeno se aplicarán los NEA-MTD expresados como la concentración de las emisiones (mg/Nm ³), o bien como las emisiones de masa específica (kg/tonelada de frita fundida).
	Todos los tipos de hornos	kg/tonelada de vidrio fundido	Las emisiones de masa específica se aplican a una tonelada de vidrio fundido.
Actividades distintas a la fusión, incluidos los procesos de acabado	Todos los procesos	mg/Nm ³	Sin corrección para el oxígeno
	Todos los procesos	kg/tonelada de vidrio	Las emisiones de masa específica se aplican a una tonelada de vidrio producido.

Conversión a la concentración de oxígeno de referencia

La fórmula para calcular la concentración de emisiones a un nivel de oxígeno de referencia (véase la tabla 1) es la siguiente:

$$E_R = \frac{21 - O_R}{21 - O_M} \times E_M$$

donde:

E_R (mg/Nm³): concentración de emisiones corregida para el nivel de oxígeno de referencia O_R

O_R (% vol.): nivel de oxígeno de referencia

E_M (mg/Nm³): concentración de emisiones para el nivel de oxígeno medido O_M

O_M (% vol.): nivel de oxígeno medido.

Conversión de las concentraciones a emisiones de masa específica

Los NEA-MTD indicados en los apartados 1.2 a 1.9 como emisiones de masa específica (kg/tonelada de vidrio fundido) se basan en el cálculo indicado más abajo excepto para los hornos de oxcombustión y, en un número limitado de casos, para la fusión eléctrica, donde los NEA-MTD expresados en kg/tonelada de vidrio fundido se obtuvieron a partir de datos específicos notificados.

El procedimiento de cálculo utilizado para la conversión de las concentraciones a emisiones de masa específica es el siguiente:

$$\text{Emisión de masa específica (kg/tonelada de vidrio fundido)} = \text{factor de conversión} \times \text{concentración de emisiones (mg/Nm}^3\text{)}$$

donde: factor de conversión = $(Q/P) \times 10^{-6}$

con Q = volumen de gas residual en Nm³/h

P = producción en toneladas de vidrio fundido por hora.

El volumen de gas residual (Q) se determina a partir del consumo energético específico, el tipo de combustible y el oxidante (aire, aire enriquecido con oxígeno y oxígeno con una pureza determinada en función del proceso de producción). El consumo energético es una función compleja que depende (principalmente) del tipo de horno, el tipo de vidrio y el porcentaje de casco de vidrio.

No obstante, existen diversos factores que pueden influir en la relación entre la concentración y el flujo de masa específico, entre ellos los siguientes:

- el tipo de horno (temperatura de precalentamiento del aire, técnica de fusión);
- el tipo de vidrio producido (requisito energético para la fusión);
- la mezcla energética (combustible fósil/refuerzo eléctrico);
- el tipo de combustible fósil (fuelóleo, gas);
- el tipo de oxidante (oxígeno, aire, aire enriquecido con oxígeno);
- el porcentaje de casco de vidrio;
- la composición de la mezcla;
- la antigüedad del horno;
- el tamaño del horno.

Para la conversión de los NEA-MTD de concentraciones a emisiones de masa específica se han utilizado los factores de conversión indicados en la tabla 2.

Los factores de conversión se han fijado para hornos eficientes energéticamente y únicamente se aplican a hornos completamente alimentados por mezcla de aire y combustible.

Tabla 2

Factores indicativos utilizados para la conversión de mg/Nm³ a kg/tonelada de vidrio fundido para hornos de combustible-aire eficientes energéticamente

Sector		Factores para convertir mg/Nm ³ a kg/tonelada de vidrio fundido
Vidrio plano		$2,5 \times 10^{-3}$
Vidrio para envases	Caso general	$1,5 \times 10^{-3}$
	Casos específicos (1)	Estudio caso por caso (a menudo $3,0 \times 10^{-3}$)
Fibra de vidrio de filamento continuo		$4,5 \times 10^{-3}$

Sectores		Factores para convertir mg/Nm ³ a kg/tonelada de vidrio fundido
Vidrio para uso doméstico	Vidrio sódico-cálcico	$2,5 \times 10^{-3}$
	Casos específicos ⁽²⁾	Estudio caso por caso (entre $2,5$ y $> 10 \times 10^{-3}$; a menudo $3,0 \times 10^{-3}$)
Lana mineral	Lana de vidrio	2×10^{-3}
	Hornos de cubilote para la producción de lana de roca	$2,5 \times 10^{-3}$
Vidrio especial	Vidrio para televisores (paneles)	3×10^{-3}
	Vidrio para televisores (embudo)	$2,5 \times 10^{-3}$
	Borosilicato (tubo)	4×10^{-3}
	Vitrocerámicas	$6,5 \times 10^{-3}$
	Vidrio para iluminación (sódico-cálcico)	$2,5 \times 10^{-3}$
Fritas		Estudio caso por caso (entre $5-7,5 \times 10^{-3}$)

(1) Los casos específicos se corresponden con los casos menos favorables (es decir, hornos especiales pequeños con una producción normalmente inferior a 100 toneladas por día y un porcentaje de casco de vidrio inferior al 30 %). Esta categoría únicamente representa el 1 o 2 % de la producción de vidrio para envases.

(2) Casos específicos correspondientes a los casos menos favorables o al vidrio distinto al sódico-cálcico: borosilicatos, vitrocerámicas, cristal y, aunque con menos frecuencia, vidrio al plomo.

DEFINICIONES PARA DETERMINADOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

Para los fines de las presentes conclusiones sobre las MTD y de los NEA-MTD indicados en los apartados 1.2 a 1.9, son aplicables las definiciones siguientes:

NO _x expresado como NO ₂	La suma de óxido de nitrógeno (NO) y dióxido de nitrógeno (NO ₂) expresada como NO ₂
SO _x expresado como SO ₂	La suma de dióxido de azufre (SO ₂) y trióxido de azufre (SO ₃) expresada como SO ₂
Cloruro de hidrógeno expresado como HCl	Todos los cloruros gaseosos expresados como HCl
Fluoruro de hidrógeno expresado como HF	Todos los fluoruros gaseosos expresados como HF

PERÍODOS PROMEDIOS PARA LOS VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES

Salvo que se indique expresamente lo contrario, los niveles de emisiones asociados a las mejores técnicas disponibles (NEA-MTD) para los vertidos de aguas residuales recogidos en las presentes conclusiones se refieren al valor medio de una muestra compuesta obtenida durante un período de dos horas o 24 horas.

1.1. Conclusiones generales sobre las MTD en el sector de fabricación de vidrio

Salvo que se indique expresamente lo contrario, las conclusiones sobre las MTD presentadas en este apartado son de aplicación general.

Las MTD relativas a cada proceso que se indican en los apartados 1.2-1.9 son de aplicación adicional a las MTD generales que se indican en el presente apartado.

1.1.1. Sistemas de gestión medioambiental

1. La MTD consiste en implantar y cumplir un sistema de gestión medioambiental (SGM) que incorpore todos los elementos siguientes:

- i. compromiso de los órganos de dirección, incluida la dirección ejecutiva;
- ii. definición de una política ambiental que promueva la mejora continua de las instalaciones por parte de los órganos de dirección;

- iii. planificación y establecimiento de los procedimientos y objetivos necesarios, junto con la planificación financiera y la inversión;
- iv. aplicación de los procedimientos con especial atención a:
 - a) la estructura y la responsabilidad
 - b) la formación, la concienciación y la competencia
 - c) la comunicación
 - d) la participación de los empleados
 - e) la documentación
 - f) el control eficaz de los procesos
 - g) los programas de mantenimiento
 - h) la preparación para emergencias y la capacidad de reacción
 - i) la garantía del cumplimiento de la legislación ambiental.
- v. comprobación del comportamiento y adopción de medidas correctoras, haciendo especial hincapié en lo siguiente:
 - a) el seguimiento y la medición (véase también el documento de referencia sobre los principios generales de vigilancia)
 - b) las medidas correctivas y preventivas
 - c) el mantenimiento de registros
 - d) la auditoría interna independiente (si es posible) para determinar si el SGA se ajusta o no a las disposiciones previstas, y se ha aplicado y mantenido correctamente;
- vi. revisión del SGA y su conveniencia, adecuación y eficacia continuas por los órganos de dirección ejecutiva;
- vii. seguimiento del desarrollo de tecnologías más limpias;
- viii. análisis de las repercusiones ambientales que pueden producirse cuando llegue el momento de clausurar la instalación, tanto en la fase de diseño de una planta nueva como durante toda su vida útil;
- ix. realización periódica de evaluaciones comparativas sectoriales.

Aplicabilidad

El alcance (por ejemplo, el grado de detalle) y la naturaleza del SGA (por ejemplo, normalizado o no) estarán, por lo general, relacionados con la naturaleza, escala y complejidad de la instalación y la variedad de posibles repercusiones ambientales.

1.1.2. Eficiencia energética

2. La MTD consiste en reducir el consumo específico de energía aplicando una de las técnicas siguientes o una combinación de las mismas:

Técnica	Aplicabilidad
i. Proceso de optimización mediante el control de los parámetros operativos	Las técnicas son de aplicación general.
ii. Mantenimiento periódico del horno de fusión	
iii. Optimización del diseño del horno y selección de la técnica de fusión	Aplicable en plantas nuevas. En el caso de las plantas existentes, la aplicación exige la reconstrucción completa del horno.
iv. Aplicación de técnicas de control de la combustión	Aplicable a hornos de combustión de combustible-aire y oxicomustión.

Técnica	Aplicabilidad
v. Utilización de niveles crecientes de casco de vidrio, cuando proceda y sea tanto técnica como económicamente viable	No es aplicable a los sectores de fibra de vidrio de filamento continuo, lana de aislamiento de alta temperatura y fritas.
vi. Utilización de una caldera de calor residual para la recuperación de energía, cuando sea técnica y económicamente viable	Aplicable a hornos de combustión de combustible-aire y oxicomustión. La aplicabilidad y la viabilidad económica de la técnica dependerán de la eficiencia global que pueda obtenerse, incluyendo la utilización eficaz del vapor generado.
vii. Precalentamiento de la mezcla y del casco de vidrio, cuando sea técnica y económicamente viable	Aplicable a hornos de combustión de combustible-aire y oxicomustión. La aplicabilidad suele limitarse a unas composiciones de la mezcla que contengan más del 50 % de casco de vidrio.

1.1.3. Manipulación y almacenamiento de materiales

3. La MTD consiste en prevenir o, cuando no sea viable, reducir las emisiones difusas de partículas del almacenamiento y la manipulación de materiales sólidos aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

I. Almacenamiento de materias primas

- i. Almacenamiento de materiales pulverulentos a granel en silos cerrados dotados de un sistema de reducción de partículas (por ejemplo, un filtro de mangas)
- ii. Almacenamiento de materiales finos en contenedores cerrados o sacos sellados
- iii. Almacenamiento cubierto de los montones de materiales pulverulentos gruesos
- iv. Utilización de vehículos de limpieza de los caminos y técnicas de riego

II. Manipulación de materias primas

Técnica	Aplicabilidad
i. En el caso de materiales transportados a nivel del suelo, deben utilizarse transportadores cubiertos para evitar pérdidas de material.	Las técnicas son de aplicación general:
ii. Cuando se utilice el transporte neumático, deberá aplicarse un sistema sellado dotado de un filtro para limpiar el aire del sistema de transporte antes de su emisión	
iii. Humidificación de la mezcla	La utilización de esta técnica es reducida debido a sus consecuencias negativas para la eficiencia energética del horno. Pueden aplicarse restricciones a determinadas formulaciones de mezclas, en particular para la producción de vidrio de borosilicato.
iv. Aplicación de una presión ligeramente negativa dentro del horno	Únicamente es aplicable como un aspecto inherente de la operación (es decir, en hornos de fusión para la producción de fritas) debido al impacto perjudicial sobre la eficiencia energética del horno.
v. Utilización de materias primas que no provoquen fenómenos de decrepitación (principalmente dolomita y rocas calizas). Estos fenómenos se deben a minerales que «crepitan» cuando se exponen al calor, con el consiguiente incremento potencial de las emisiones de partículas.	Aplicable dentro de los límites asociados a la disponibilidad de materias primas
vi. Utilización de un sistema de extracción que descargue en un sistema de filtrado en los procesos donde existen posibilidades de que se generen partículas (por ejemplo, apertura de sacos, realización de las mezclas de fritas, eliminación de las partículas de los filtros de tela, fundidores de bóveda fría)	Las técnicas son de aplicación general.
vii. Utilización de dosificadores de hélice cerrados	
viii. Cerramiento de los depósitos de alimentación	De aplicación general. Puede requerirse refrigeración para evitar que se produzcan daños en el equipo.

4. La MTD consiste en prevenir o, cuando no sea viable, reducir las emisiones gaseosas difusas del almacenamiento y manipulación de materias primas volátiles aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

- i. Utilización de pintura con baja absorbancia solar para los depósitos de almacenamiento a granel que estén sujetos a cambios de temperatura a causa de la radiación solar.
- ii. Control de la temperatura en el almacenamiento de materias primas volátiles.
- iii. Aislamiento de depósitos para almacenamiento de materias primas volátiles.
- iv. Gestión de inventarios.
- v. Utilización de depósitos de techo flotante para el almacenamiento de grandes cantidades de productos petrolíferos volátiles.
- vi. Utilización de sistemas de transferencia de retorno del vapor en la transferencia de líquidos volátiles (por ejemplo, desde los camiones cisterna al depósito de almacenamiento).
- vii. Utilización de depósitos con techo flexible para el almacenamiento de materias primas líquidas.
- viii. Utilización de válvulas de presión/vacío en depósitos diseñados para soportar variaciones de presión.
- ix. Aplicación de un tratamiento de liberación (por ejemplo, adsorción, absorción, condensación) para el almacenamiento de materiales peligrosos.
- x. Aplicación de relleno subsuperficial para el almacenamiento de líquidos con tendencia a formar espuma.

1.1.4. Técnicas primarias generales

5. La MTD consiste en reducir el consumo de energía y las emisiones a la atmósfera mediante una vigilancia constante de los parámetros de operación y un mantenimiento programado del horno de fusión.

Técnica	Aplicabilidad
La técnica consiste en una serie de operaciones de vigilancia y mantenimiento que pueden aplicarse de forma individual o combinadas en función del tipo de horno y con el objeto de minimizar los efectos de envejecimiento del mismo, por ejemplo sellar el horno y los bloques del quemador, mantener el máximo nivel de aislamiento, controlar las condiciones de llama estabilizada, controlar la relación combustible/aire, etc.	Aplicable a hornos regenerativos, de recuperación y de oxidación. Su aplicación a otros tipos de hornos exige una evaluación específica de las instalaciones

6. La MTD consiste en realizar una selección cuidadosa y un control de todas las sustancias y materias primas que entren en el horno de fusión para reducir o limitar las emisiones a la atmósfera aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica	Aplicabilidad
i. Utilización de materias primas y casco de vidrio externo con un bajo nivel de impurezas (por ejemplo, metales, cloruros, fluoruros)	Aplicable dentro de los límites correspondientes al tipo de vidrio producido en las instalaciones y en función de la disponibilidad de materias primas y combustibles
ii. Utilización de materias primas alternativas (por ejemplo, menos volátiles)	
iii. Utilización de combustibles con un bajo nivel de impurezas metálicas	

7. La MTD consiste en realizar una vigilancia de las emisiones o de otros parámetros relevantes del proceso de forma periódica, entre ellos los siguientes:

Técnica	Aplicabilidad
i. Seguimiento continuo de los parámetros críticos del proceso para garantizar la estabilidad de este último, como por ejemplo la temperatura, la alimentación de combustible y el caudal de aire	Las técnicas son de aplicación general.
ii. Supervisión periódica de los parámetros del proceso para prevenir/reducir la contaminación, por ejemplo el contenido de O ₂ de los gases de combustión para controlar la relación combustible/aire	
iii. Mediciones continuas de las emisiones de partículas, de NO _x y de SO ₂ , o mediciones discontinuas realizadas como mínimo dos veces al año, asociadas al control de los parámetros de sustitución, para garantizar el correcto funcionamiento del sistema de tratamiento entre las mediciones	
iv. Mediciones periódicas regulares o continuas de las emisiones de NH ₃ , cuando se apliquen técnicas de reducción catalítica selectiva (SCR) o reducción no catalítica selectiva (SNCR)	Las técnicas son de aplicación general.
v. Mediciones periódicas regulares o continuas de las emisiones de CO, cuando se apliquen técnicas primarias o reducción química mediante técnicas de combustible para reducir las emisiones de NO _x o cuando se puede producir una combustión parcial	
vi. Mediciones periódicas regulares de las emisiones de HCl, HF, CO y metales, en particular cuando se utilicen materias primas que las contengan o cuando pueda producirse una combustión parcial	Las técnicas son de aplicación general.
vii. Vigilancia continua de los parámetros de sustitución para garantizar el correcto funcionamiento del sistema de tratamiento de gases residuales y el mantenimiento de los niveles de emisión entre mediciones discontinuas. La vigilancia de los parámetros de sustitución incluye: alimentación de reactivos, temperatura, alimentación de agua, voltaje, eliminación de partículas, velocidad del ventilador, etc.	

8. La MTD consiste en trabajar con los sistemas de tratamiento de gases residuales durante las condiciones normales de operación con una disponibilidad y capacidad óptimas para evitar o reducir las emisiones.

Aplicabilidad

Pueden definirse procedimientos especiales para las condiciones de operación específicas, en particular:

- i. durante las operaciones de puesta en marcha y parada
- ii. durante otras operaciones especiales que puedan afectar al correcto funcionamiento de los sistemas (por ejemplo, las tareas de mantenimiento periódicas y extraordinarias y las operaciones de limpieza del horno o del sistema de tratamiento de gases residuales, o grandes cambios en la producción)
- iii. en caso de temperatura o corriente de gas residual insuficiente que impida la utilización del sistema a pleno rendimiento.

9. La MTD consiste en limitar las emisiones de monóxido de carbono (CO) del horno de fusión, cuando se apliquen técnicas primarias o reducción química mediante combustible, para la reducción de las emisiones de NO_x

Técnica	Aplicabilidad
Las técnicas primarias para la reducción de las emisiones de NO _x se basan en las modificaciones de la combustión (por ejemplo, reducción de la relación aire/combustible, quemadores de combustión por fases con bajo nivel de NO _x , etc.). La reducción química mediante combustible consiste en añadir combustible hidrocarbonado a la corriente de gases residuales para reducir el NO _x formado en el horno.	Aplicable a hornos de combustión de combustible-aire convencionales.
Es posible limitar el aumento de las emisiones de CO derivado de la aplicación de estas técnicas por medio de un control exhaustivo de los parámetros de operación	

Tabla 3

NEA-MTD para las emisiones de monóxido de carbono de los hornos de fusión

Parámetro	NEA-MTD
Monóxido de carbono, expresado como CO	< 100 mg/Nm ³

10. La MTD consiste en limitar las emisiones de amoníaco (NH₃), cuando se apliquen técnicas de reducción catalítica selectiva (SCR) o de reducción no catalítica selectiva (SNCR) para una reducción de las emisiones de NO_x de alta eficiencia

Técnica	Aplicabilidad
La técnica consiste en adoptar y mantener unas condiciones de operación adecuadas de los sistemas de tratamiento de gases residuales de reducción catalítica selectiva o reducción no catalítica selectiva, con el objeto de limitar las emisiones de amoníaco sin reaccionar.	Aplicable a los hornos de fusión dotados de reducción catalítica selectiva o reducción no catalítica selectiva

Tabla 4

NEA-MTD para las emisiones de amoníaco, cuando se apliquen técnicas de reducción catalítica selectiva o reducción no catalítica selectiva

Parámetro	NEA-MTD (1)
Amoníaco, expresado como NH ₃	< 5-30 mg/Nm ³

(1) Los niveles más elevados se asocian a unas mayores concentraciones de entrada de NO_x, a unas mayores tasas de reducción y al envejecimiento del catalizador.

11. La MTD consiste en reducir las emisiones de boro del horno de fusión, cuando se utilicen compuestos de boro en la formulación de la mezcla, aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica (1)	Aplicabilidad
i. Utilizar un sistema de filtrado a una temperatura adecuada para mejorar la separación de los compuestos de boro en estado sólido, teniendo en cuenta que en los gases de salida pueden aparecer algunas especies de ácido bórico como compuestos gaseosos a temperaturas inferiores a 200 °C y también desde los 60 °C	La aplicabilidad en las plantas existentes puede estar limitada por restricciones técnicas asociadas a la posición y características del sistema de filtrado existente.
ii. Utilización de lavado en seco o semiseco, en combinación con un sistema de filtrado	La aplicabilidad puede estar limitada por una reducción de la eficiencia en la eliminación de otros contaminantes gaseosos (SO _x , HCl, HF) provocada por la deposición de compuestos de boro en la superficie del reactivo alcalino seco.
iii. Utilización de lavado húmedo	La aplicabilidad en las plantas existentes puede estar limitada por la necesidad de un tratamiento de aguas residuales específico.

(1) Se incluye una descripción de las técnicas en los apartados 1.10.1, 1.10.4 y 1.10.6.

Vigilancia

La vigilancia de las emisiones de boro deberá realizarse de conformidad con una metodología específica que permita la medición de las formas tanto sólidas como gaseosas y la determinación de la eliminación eficaz de estos elementos de los gases de salida.

1.1.5. Emisiones al agua de los procesos de fabricación de vidrio

12. La MTD consiste en reducir el consumo de agua aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica	Aplicabilidad
i. Reducción al mínimo de los derrames y fugas	La técnica es de aplicación general
ii. Reutilización del agua de refrigeración y limpieza tras el drenaje	La técnica es de aplicación general. La recirculación del agua de lavado es aplicable a la mayoría de los sistemas de lavado; no obstante, podría ser necesario descargar y sustituir periódicamente el medio de lavado.

Técnica	Aplicabilidad
iii. Utilización de un sistema de agua de circuito cuasi-cerrado siempre que resulte técnica y económicamente viable	<p>La aplicabilidad de esta técnica puede estar limitada por las restricciones asociadas a la gestión de la seguridad del proceso de producción. En particular:</p> <ul style="list-style-type: none"> — la refrigeración de circuito abierto podrá utilizarse cuando sea necesario por razones de seguridad (por ejemplo, incidentes en que deban enfriarse grandes cantidades de vidrio). — es posible que el agua utilizada en algunos procesos específicos (por ejemplo en actividades de acabado en el sector de la fibra de vidrio de filamento continuo, el pulido al ácido en los sectores del vidrio especial o para uso doméstico, etc.) deba verterse total o parcialmente en el sistema de tratamiento de aguas residuales.

13. La MTD consiste en reducir la carga de emisiones de contaminantes en los vertidos de aguas residuales aplicando al menos uno de los siguientes sistemas de tratamiento de aguas residuales:

Técnica	Aplicabilidad
<p>i. Técnicas estándar de control de la contaminación, por ejemplo asentamiento, cribado, espumado, neutralización, filtrado, aireación, precipitación, coagulación y floculación, etc.</p> <p>Técnicas estándar de buenas prácticas para controlar las emisiones del almacenamiento de materias primas líquidas y productos intermedios, por ejemplo contención, inspección/comprobación de depósitos, protección contra rebose, etc.</p>	Las técnicas son de aplicación general
ii. Sistemas de tratamiento biológico, como el lodo activado, el filtrado biológico para eliminar/degradar los compuestos orgánicos	La aplicabilidad puede estar limitada a los sectores que utilicen sustancias orgánicas en el proceso de producción (por ejemplo, los sectores de la fibra de vidrio de filamento continuo o de la lana mineral).
iii. Vertido a las depuradoras municipales de tratamiento de aguas residuales	Aplicable a instalaciones que requieran una mayor reducción de los contaminantes.
iv. Reutilización externa de las aguas residuales	La aplicabilidad suele limitarse al sector de la frita (posible reutilización en la industria cerámica).

Tabla 5

NEA-MTD para los vertidos de aguas residuales a las aguas de superficie, procedentes de la fabricación de vidrio

Parámetro ⁽¹⁾	Unidad	NEA-MTD ⁽²⁾ (muestra compuesta)
pH	—	6,5-9
Total de sólidos en suspensión	mg/l	< 30
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/l	< 5-130 ⁽³⁾
Sulfatos, expresados como SO ₄ ²⁻	mg/l	< 1 000
Fluoruros, expresados como F ⁻	mg/l	< 6 ⁽⁴⁾
Hidrocarburos totales	mg/l	< 15 ⁽⁵⁾
Plomo, expresado como Pb	mg/l	< 0,05-0,3 ⁽⁶⁾
Antimonio, expresado como Sb	mg/l	< 0,5
Arsénico, expresado como As	mg/l	< 0,3
Bario, expresado como Ba	mg/l	< 3,0

Parámetro ⁽¹⁾	Unidad	NEA-MTD ⁽²⁾ (muestra compuesta)
Zinc, expresado como Zn	mg/l	< 0,5
Cobre, expresado como Cu	mg/l	< 0,3
Cromo, expresado como Cr	mg/l	< 0,3
Cadmio, expresado como Cd	mg/l	< 0,05
Estaño, expresado como Sn	mg/l	< 0,5
Níquel, expresado como Ni	mg/l	< 0,5
Amoníaco, expresado como NH ₄	mg/l	< 10
Boro, expresado como B	mg/l	< 1-3
Fenol	mg/l	< 1

⁽¹⁾ La relevancia de los contaminantes recogidos en la tabla depende de la rama del sector del vidrio y de las diferentes actividades realizadas en la planta.

⁽²⁾ Los niveles se refieren a una muestra compuesta obtenida durante un período de dos horas o de veinticuatro horas.

⁽³⁾ Para el sector de la fibra de vidrio de filamento continuo, los NEA-MTD serán < 200 mg/l.

⁽⁴⁾ El nivel se aplica al agua tratada procedente de actividades que incluyan pulido al ácido.

⁽⁵⁾ En general, los hidrocarburos totales están formados por aceites minerales.

⁽⁶⁾ El nivel más elevado del rango se asocia a procesos de acabado para la producción de vidrio al plomo.

1.1.6. Residuos de los procesos de fabricación de vidrio

14. La MTD consiste en reducir la producción de residuos sólidos que deben ser eliminados, aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica	Aplicabilidad
i. Reciclado de los materiales residuales de la mezcla, cuando los requisitos de calidad lo permitan	La aplicabilidad puede estar limitada por las restricciones asociadas a la calidad del producto de vidrio final.
ii. Minimización de las pérdidas de material durante el almacenamiento y la manipulación de las materias primas	La técnica es de aplicación general.
iii. Reciclado del casco de vidrio interno de la producción descartada	Normalmente no es aplicable a los sectores de fibra de vidrio de filamento continuo, lana de aislamiento de alta temperatura y fritas.
iv. Reciclaje del polvo en la formulación de la mezcla, cuando los requisitos de calidad lo permitan	La aplicabilidad puede estar limitada por diversos factores: <ul style="list-style-type: none"> — requisitos de calidad del producto de vidrio final — porcentaje de casco de vidrio utilizado en la formulación de la mezcla — posibles fenómenos de transferencia y corrosión de los materiales refractarios — limitaciones del equilibrio de azufre.
v. Valorización de los residuos sólidos o de los lodos mediante una utilización adecuada en las instalaciones (por ejemplo, lodos del tratamiento con aguas) o en otros sectores	Aplicable, en general, al sector del vidrio para uso doméstico (para lodo de corte de vidrio al plomo) y al sector del vidrio para envases (partículas finas de vidrio mezcladas con aceite). Aplicabilidad limitada a otros sectores de fabricación de vidrio debido a una composición contaminada o impredecible, a bajos volúmenes o a la viabilidad económica.
vi. Valorización de los materiales refractarios al final de su vida útil para su posible utilización en otros sectores	La aplicabilidad está limitada por las restricciones impuestas por los fabricantes de materiales refractarios y los posibles usuarios finales.
vii. Aplicación de cemento para el briquetado de los residuos para el reciclado en hornos de cubilote de viento caliente, cuando los requisitos de calidad lo permitan	La aplicabilidad de cemento como aglomerante de las briquetas de los residuos se limita al sector de la lana de roca. Deberá aplicarse un enfoque de equilibrio entre las emisiones atmosféricas y la generación de flujo de residuos sólidos

1.1.7. Ruido de los procesos de fabricación de vidrio

15. La MTD consiste en reducir las emisiones acústicas aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

- i. Realización de una evaluación ambiental del ruido y formulación de un plan de gestión del ruido acorde con el entorno local
- ii. Cerramiento de los procesos/equipos ruidosos en una unidad/estructura independiente
- iii. Utilización de terraplenes para apantallar la fuente del ruido
- iv. Realización de las actividades ruidosas al aire libre durante el día
- v. Utilización de muros o barreras naturales (árboles, matorrales) de protección contra el ruido entre las instalaciones y la zona protegida, en función de las condiciones locales.

1.2. Conclusiones sobre las MTD en la fabricación de vidrio para envases

Salvo que se indique expresamente lo contrario, las conclusiones sobre las MTD presentadas en este apartado pueden aplicarse a todas las instalaciones de fabricación de vidrio para envases.

1.2.1. Emisiones de partículas de los hornos de fusión

16. La MTD consiste en reducir las emisiones de partículas de los gases residuales del horno de fusión aplicando un sistema de depuración de gases de salida, como un precipitador electrostático o un filtro de mangas.

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
El sistema de depuración de gases de salida consiste en técnicas de fin de proceso basadas en el filtrado de todos los materiales que estén en estado sólido en el punto de medición.	La técnica es de aplicación general.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de los sistemas de filtrado (es decir, precipitadores electrostáticos, filtros de mangas) en el apartado 1.10.1.

Tabla 6

NEA-MTD para las emisiones de partículas del horno de fusión en el sector del vidrio para envases

Parámetro	NEA-MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada vidrio fundido ⁽¹⁾
Partículas	< 10-20	< 0,015-0,06

⁽¹⁾ Se han utilizado los factores de conversión de $1,5 \times 10^{-3}$ y 3×10^{-3} para determinar los valores superior e inferior del rango, respectivamente.

1.2.2. Óxidos de nitrógeno (NO_x) de los hornos de fusión

17. La MTD consiste en reducir las emisiones de NO_x del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

I. Técnicas primarias, como por ejemplo:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Modificaciones de la combustión	
a) Reducción de la relación aire/combustible	Aplicable a hornos de combustible-aire convencionales Se aprovechan todas sus ventajas con una reconstrucción tanto normal como completa del horno, si se combinan con una geometría y diseño óptimos del horno.
b) Temperatura del aire de combustión reducida	Aplicable únicamente bajo las circunstancias específicas de la instalación debido a una menor eficiencia del horno y a un mayor consumo de combustible (por ejemplo, utilización de hornos de recuperación en lugar de hornos regenerativos)

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
c) Combustión por fases: — Introducción del aire por fases — Introducción del combustible por fases	La introducción del combustible por fases se aplica a la mayoría de hornos de combustible-aire convencionales. La introducción del aire por fases tiene una aplicabilidad muy limitada debido a su complejidad técnica.
d) Recirculación de los gases de salida	La aplicabilidad de esta técnica se limita a la utilización de quemadores especiales con recirculación automática de los gases residuales.
e) Quemadores de bajo NO _x	La técnica es de aplicación general. Los beneficios ambientales suelen ser menores en las aplicaciones en hornos de gas de llama transversal debido a las limitaciones técnicas y a que el grado de flexibilidad del horno es menor. Se aprovechan todas sus ventajas con una reconstrucción tanto normal como completa del horno, si se combinan con una geometría y diseño óptimos del horno.
f) Elección del combustible	La aplicabilidad está limitada por las restricciones asociadas a la disponibilidad de los diversos tipos de combustible, que puede estar afectada por la política energética de cada Estado miembro.
ii. Horno de diseño especial	La aplicabilidad se limita a formulaciones de mezclas con altos niveles de casco de vidrio externo (> 70 %). La aplicación exige una reconstrucción completa del horno de fusión. La forma del horno (largo y estrecho) puede generar limitaciones de espacio.
iii. Fusión eléctrica	No es aplicable a la producción de vidrio en grandes volúmenes (> 300 toneladas/día). No es aplicable a la producción que exija grandes variaciones del ritmo de producción. Su aplicación exige una reconstrucción completa del horno
iv. Fusión con oxicomustión	Los máximos beneficios ambientales se consiguen cuando se aplica durante una reconstrucción completa del horno

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.2.

II. Técnicas secundarias, como por ejemplo:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Reducción catalítica selectiva (SCR)	La aplicación puede exigir una actualización del sistema de reducción de las partículas para garantizar una concentración de partículas inferior a 10-15 mg/Nm ³ y un sistema de desulfuración para la eliminación de las emisiones de SO _x . Debido al margen de temperaturas de operación óptimas, la aplicabilidad se limita a la utilización de precipitadores electrostáticos. Normalmente la técnica no se utiliza con un sistema de filtro de mangas debido a que la baja temperatura de operación, en el rango de 180-200 °C, exigiría el recalentamiento de los gases residuales. La aplicación de esta técnica puede exigir una disponibilidad de espacio considerable.
ii. Reducción no catalítica selectiva (SNCR)	Esta técnica se aplica en los hornos recuperativos. Su aplicabilidad en los hornos regenerativos convencionales es muy limitada, puesto que en ellos resulta complicado alcanzar el rango de temperaturas adecuado o no permiten una mezcla adecuada de los gases de salida con el reactivo. Podría aplicarse a los hornos regenerativos nuevos dotados de regeneradores partidos; no obstante, resulta complicado mantener el rango de temperaturas debido a la inversión del encendido entre las cámaras, que provoca un cambio de temperatura cíclico.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.2.

Tabla 7

NEA-MTD para las emisiones de NO_x del horno de fusión en el sector del vidrio para envases

Parámetro	MTD	NEA-MTD	
		mg/Nm ³	kg/tonelada vidrio fundido ⁽¹⁾
NO _x expresados como NO ₂	Modificaciones de la combustión, hornos de diseño especial ⁽²⁾ ⁽³⁾	500-800	0,75-1,2
	Fusión eléctrica	< 100	< 0,3
	Fusión con oxicomustión ⁽⁴⁾	No procede	< 0,5-0,8
	Técnicas secundarias	< 500	< 0,75

⁽¹⁾ Se ha aplicado el factor de conversión indicado en la tabla 2 para los casos generales ($1,5 \times 10^{-3}$), excepto para la fusión eléctrica (casos específicos: 3×10^{-3}).

⁽²⁾ El valor inferior se refiere a la utilización de hornos de diseño especial, cuando sea aplicable.

⁽³⁾ Estos valores deberán reevaluarse en caso de reconstrucción normal o completa del horno de fusión.

⁽⁴⁾ Los niveles que se pueden alcanzar dependen de la calidad del gas natural y del oxígeno disponibles (contenido de nitrógeno).

18. Si se utilizan nitratos para la formulación de la mezcla o se requieren unas condiciones de oxidación especiales en la combustión en el horno de fusión para garantizar la calidad del producto final, la MTD consiste en reducir las emisiones de NO_x reduciendo la utilización de dichas materias primas al mínimo, junto con técnicas primarias o secundarias.

Los NEA-MTD se determinan en la tabla 7.

Si se utilizan nitratos en la formulación de la mezcla para campañas cortas o para hornos de fusión con una capacidad < 100 t/día, los NEA-MTD serán los indicados en la tabla 8.

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
<p>Técnicas primarias:</p> <p>— Minimización del uso de nitratos en la formulación de la mezcla.</p> <p>Los nitratos se utilizan para productos de calidad muy elevada (por ejemplo, para la fabricación de frascos especiales, frascos de perfume o envases de cosméticos).</p> <p>Los sulfatos, los óxidos de arsénico y el óxido de cerio son materiales alternativos eficaces.</p> <p>Una alternativa a la utilización de nitratos es la aplicación de modificaciones en el proceso (por ejemplo, unas condiciones de oxidación en la combustión especiales).</p>	<p>La sustitución de los nitratos en la formulación de la mezcla puede estar limitada por el elevado coste o el mayor impacto ambiental de los materiales alternativos.</p>

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.2.

Tabla 8

NEA-MTD para las emisiones de NO_x del horno de fusión en el sector del vidrio para envases, cuando se utilicen nitratos en la formulación de la mezcla o existan unas condiciones de oxidación en la combustión especiales en el caso de campañas cortas o en hornos de fusión con una capacidad < 100 t/día

Parámetro	MTD	NEA-MTD	
		mg/Nm ³	kg/tonelada vidrio fundido ⁽¹⁾
NO _x expresados como NO ₂	Técnicas primarias	< 1 000	< 3

⁽¹⁾ Se ha aplicado el factor de conversión indicado en la tabla 2 para los casos específicos (3×10^{-3}).

1.2.3. Óxidos de azufre (SO_x) de los hornos de fusión

19. La MTD consiste en reducir las emisiones de SO_x del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Lavado en seco o semiseco, en combinación con un sistema de filtrado	La técnica es de aplicación general.
ii. Minimización del contenido de azufre en la formulación de la mezcla y optimización del balance de azufre	La minimización del contenido de azufre en la formulación de la mezcla suele aplicarse dentro de las limitaciones fijadas por los requisitos de calidad del producto de vidrio final. La aplicación de la optimización del balance de azufre exige un método de compensación entre la eliminación de las emisiones de SO _x y la gestión de los residuos sólidos (polvo del filtro). La reducción eficaz de las emisiones de SO _x depende de la retención de los compuestos de azufre en el vidrio, que puede variar considerablemente en función del tipo de vidrio.
iii. Utilización de combustibles con bajo contenido de azufre	La aplicabilidad puede estar limitada por las restricciones asociadas a la disponibilidad de combustibles con bajo contenido de azufre, que puede estar afectada por la política energética del Estado miembro.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.3.

Tabla 9

NEA-MTD para las emisiones de SO_x del horno de fusión en el sector del vidrio para envases

Parámetro	Combustible	NEA-MTD ⁽¹⁾ ⁽²⁾	
		mg/Nm ³	kg/tonelada de vidrio fundido ⁽³⁾
SO _x expresados como SO ₂	Gas natural	< 200-500	< 0,3-0,75
	Fuelóleo ⁽⁴⁾	< 500-1 200	< 0,75-1,8

⁽¹⁾ En el caso de tipos especiales de vidrio de color (por ejemplo, vidrio verde reducido), es posible que sea necesario investigar el balance de azufre para aclarar las dudas sobre los niveles de emisiones que se pueden alcanzar. Puede resultar difícil alcanzar los valores recogidos en la tabla en combinación con el reciclado de las partículas del filtro y el porcentaje de reciclado del casco de vidrio externo.

⁽²⁾ Los niveles inferiores se asocian a unas condiciones en las que la reducción de SO_x tiene mayor prioridad que una menor producción de residuos sólidos, correspondientes al polvo del filtro rico en sulfatos.

⁽³⁾ Se ha aplicado el factor de conversión indicado en la tabla 2 para los casos generales ($1,5 \times 10^{-3}$).

⁽⁴⁾ Los niveles de emisiones asociados están relacionados con la utilización de fuelóleo con un contenido de azufre del 1 % en combinación con técnicas de eliminación secundarias.

1.2.4. Cloruro de hidrógeno (HCl) y fluoruro de hidrógeno (HF) de hornos de fusión

20. La MTD consiste en reducir las emisiones de HCl y HF del horno de fusión (posiblemente, en combinación con gases de salida de las actividades de aplicación de capas en caliente) aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Selección de materias primas para la formulación de la mezcla con un bajo contenido de cloro y flúor	La aplicabilidad puede estar limitada por las restricciones correspondientes al tipo de vidrio producido en las instalaciones y por la disponibilidad de materias primas.
ii. Lavado en seco o semiseco, en combinación con un sistema de filtrado	La técnica es de aplicación general.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.4.

Tabla 10

NEA-MTD para las emisiones de HCl y HF del horno de fusión en el sector del vidrio para envases

Parámetro	NEA-MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada vidrio fundido ⁽¹⁾
Cloruro de hidrógeno, expresado como HCl ⁽²⁾	< 10-20	< 0,02-0,03
Fluoruro de hidrógeno, expresado como HF	< 1-5	< 0,001-0,008

⁽¹⁾ Se ha aplicado el factor de conversión para los casos generales, indicado en la tabla 2 ($1,5 \times 10^{-3}$).

⁽²⁾ Los niveles más elevados se asocian al tratamiento simultáneo de los gases de salida de operaciones de aplicación de capas en caliente.

1.2.5. Metales de los hornos de fusión

21. La MTD consiste en reducir las emisiones de metales del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Selección de materias primas para la formulación de la mezcla con un bajo contenido de metales	La aplicabilidad puede estar limitada por las restricciones impuestas por el tipo de vidrio producido en las instalaciones y por la disponibilidad de materias primas.
ii. Reducción al mínimo de la utilización de compuestos metálicos en la formulación de la mezcla, cuando se requiera la coloración o decoloración del vidrio, en función de los requisitos de calidad del vidrio para consumo	
iii. Aplicación de un sistema de filtrado (filtro de mangas o precipitador electrostático)	Las técnicas son de aplicación general.
iv. Aplicación de lavado en seco o semiseco, en combinación con un sistema de filtrado	

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.5.

Tabla 11

NEA-MTD para las emisiones de metales del horno de fusión en el sector del vidrio para envases

Parámetro	NEA-MTD ⁽¹⁾ ⁽²⁾ ⁽³⁾	
	mg/Nm ³	kg/tonelada vidrio fundido ⁽⁴⁾
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	< 0,2-1 ⁽⁵⁾	< 0,3-1,5 $\times 10^{-3}$
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	< 1-5	< 1,5-7,5 $\times 10^{-3}$

⁽¹⁾ Los niveles se refieren a la suma de los metales presentes en los gases de salida, tanto en la fase sólida como en la gaseosa.

⁽²⁾ Los niveles inferiores son los NEA-MTD cuando no se utilizan compuestos metálicos intencionadamente en la formulación de la mezcla.

⁽³⁾ Los niveles superiores se asocian a la utilización de metales para la coloración o decoloración del vidrio, o cuando los gases de salida de las operaciones de aplicación de capas en caliente se tratan conjuntamente con las emisiones del horno de fusión.

⁽⁴⁾ Se ha aplicado el factor de conversión para los casos generales, indicado en la tabla 2 ($1,5 \times 10^{-3}$).

⁽⁵⁾ En determinados casos, cuando se produce vidrio al sílex blanco de alta calidad que exige unas mayores cantidades de selenio para la decoloración (en función de las materias primas), se registran valores mayores, hasta 3 mg/Nm³.

1.2.6. Emisiones de procesos de acabado

22. Si se utilizan compuestos de estaño, organoestánicos o de titanio para las operaciones de aplicación de capas en caliente la MTD consiste en reducir las emisiones aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica	Aplicabilidad
i. Minimización de las pérdidas de producto de recubrimiento garantizando un buen sellado del sistema de aplicación y utilizando una campana de extracción eficaz. Una construcción y un sellado óptimos del sistema de aplicación son esenciales para reducir al mínimo las pérdidas en el aire de producto sin reaccionar.	La técnica es de aplicación general.

Técnica	Aplicabilidad
ii. Combinación de los gases de salida de las operaciones de recubrimiento con los gases residuales del horno de fusión o con el aire de combustión del horno, cuando se aplica un sistema de tratamiento secundario (filtro y lavador en seco o semiseco). En función de la compatibilidad química, los gases residuales de las operaciones de recubrimiento pueden combinarse con otros gases de salida antes del tratamiento. Pueden aplicarse las dos opciones siguientes: <ul style="list-style-type: none"> — combinación con los gases de salida del horno de fusión, previamente tratados en un sistema de reducción secundario (lavado en seco o semiseco más sistema de filtrado) — combinación con el aire de combustión antes de la entrada en el regenerador, seguida de un tratamiento de eliminación secundario de los gases residuales generados durante el proceso de fusión (lavado en seco o semiseco + sistema de filtrado). 	La combinación con los gases de salida del horno de fusión es de aplicación general. La combinación con el aire de combustión puede verse afectada por limitaciones técnicas debido a los posibles efectos sobre la química del vidrio y los materiales del regenerador.
iii. Aplicación de una técnica secundaria, por ejemplo lavado húmedo o lavado en seco más filtrado ⁽¹⁾	Las técnicas son de aplicación general.

(1) Se incluye una descripción de las técnicas en los apartados 1.10.4 y 1.10.7.

Tabla 12

NEA-MTD para las emisiones atmosféricas de las actividades de aplicación de capas en caliente en el sector del vidrio para envases cuando los gases de salida de las operaciones posteriores se tratan por separado

Parámetro	NEA-MTD
	mg/Nm ³
Partículas	< 10
Compuestos de titanio expresados como Ti	< 5
Compuestos de estaño, entre ellos los organoestánicos, expresados como Sn	< 5
Cloruro de hidrógeno, expresado como HCl	< 30

23. Si se utiliza SO₃ para las operaciones de tratamiento de superficies, la MTD consiste en reducir las emisiones de SO_x aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Minimización de las pérdidas de producto garantizado un buen sellado del sistema de aplicación ii. Una construcción y mantenimiento óptimos del sistema de aplicación son esenciales para reducir al mínimo las pérdidas al aire de producto sin reaccionar.	Las técnicas son de aplicación general.
iii. Aplicación de una técnica secundaria, por ejemplo lavado húmedo	

(1) Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.6.

Tabla 13

NEA-MTD para las emisiones de SO_x de las operaciones de acabado, cuando se utiliza SO₃ para las operaciones de tratamiento de superficies en el sector del vidrio para envases y cuando el tratamiento se realiza por separado

Parámetro	NEA-MTD
	mg/Nm ³
SO _x , expresados como SO ₂	< 100-200

1.3. Conclusiones sobre las MTD en la fabricación de vidrio plano

Salvo que se indique expresamente lo contrario, las conclusiones sobre las MTD presentadas en este apartado pueden aplicarse a todas las instalaciones de fabricación de vidrio plano.

1.3.1. Emisiones de partículas de los hornos de fusión

24. La MTD consiste en reducir las emisiones de partículas de los gases residuales del horno de fusión aplicando un sistema de precipitador electrostático o de filtro de mangas

Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.1.

Tabla 14

NEA-MTD para las emisiones de partículas del horno de fusión en el sector del vidrio plano

Parámetro	NEA-MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidrio fundido (1)
Partículas	< 10-20	< 0,025-0,05

(1) Se ha aplicado el factor de conversión indicado en la tabla 2 ($2,5 \times 10^{-3}$).

1.3.2. Óxidos de nitrógeno (NO_x) de los hornos de fusión

25. La MTD consiste en reducir las emisiones de NO_x del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

I. Técnicas primarias, como por ejemplo:

Técnica (1)	Aplicabilidad
i. Modificaciones de la combustión	
a) Reducción de la relación aire/combustible	Aplicable a hornos de combustible-aire convencionales. Se aprovechan todos sus beneficios con una reconstrucción tanto normal como completa del horno, si se combinan con una geometría y diseño óptimos del horno.
b) Temperatura del aire de combustión reducida	La aplicabilidad se limita a los hornos de capacidad reducida para la producción de vidrios planos especiales y bajo circunstancias específicas de la instalación, debido a una menor eficiencia del horno y a un mayor consumo de combustible (es decir, utilización de hornos de recuperación en lugar de hornos regenerativos).
c) Combustión por fases: — Introducción del aire por fases — Introducción del combustible por fases	La introducción del combustible por fases se aplica a la mayoría de hornos de combustible-aire convencionales. La introducción del aire por fases tiene una aplicabilidad muy limitada debido a su complejidad técnica.
d) Recirculación de los gases de salida	La aplicabilidad de esta técnica se limita a la utilización de quemadores especiales con recirculación automática de los gases residuales.
e) Quemadores de bajo NO _x	La técnica es de aplicación general. Los beneficios ambientales suelen ser menores en las aplicaciones en hornos de gas de llama transversal debido a las limitaciones técnicas y a que el grado de flexibilidad del horno es menor. Se aprovechan todos sus beneficios con una reconstrucción tanto normal como completa del horno, si se combinan con una geometría y diseño óptimos del horno.
f) Elección del combustible	La aplicabilidad está limitada por las restricciones asociadas a la disponibilidad de los diversos tipos de combustible, que puede estar afectada por la política energética de cada Estado miembro.

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
ii. Proceso Fénix Basado en la combinación de diversas técnicas primarias para la optimización de la combustión de hornos flotantes regenerativos de llama transversal. Sus principales características son: <ul style="list-style-type: none"> — reducción del exceso de aire — supresión de los puntos calientes y homogenización de las temperaturas de las llamas — mezcla controlada del combustible y el aire de combustión 	Su aplicabilidad se limita a los hornos regenerativos de llama transversal. Aplicable a hornos nuevos. Para los hornos ya existentes, la técnica exige su integración directa durante el diseño y construcción del horno con ocasión de una reconstrucción completa del mismo.
iii. Fusión con oxicomcombustión	Los máximos beneficios ambientales se consiguen cuando se aplica durante una reconstrucción completa del horno.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.2.

II. Técnicas secundarias, como por ejemplo:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Reducción química por combustible	Aplicable a hornos regenerativos. Su aplicabilidad está limitada por un mayor consumo de combustible y el consiguiente impacto económico y ambiental.
ii. Reducción catalítica selectiva (SCR)	La aplicación puede exigir una actualización del sistema de reducción de las partículas para garantizar una concentración de partículas inferior a 10-15 mg/Nm ³ y un sistema de desulfuración para la eliminación de las emisiones de SO _x . Debido al margen de temperaturas de operación óptimas, la aplicabilidad se limita a la utilización de precipitadores electrostáticos. Normalmente la técnica no se utiliza con un sistema de filtro de mangas debido a que la baja temperatura de operación, en el rango de 180-200 °C, exigiría el recalentamiento de los gases residuales. La aplicación de esta técnica puede exigir una disponibilidad de espacio considerable.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.2.

Tabla 15

NEA-MTD para las emisiones de NO_x del horno de fusión en el sector del vidrio plano

Parámetro	MTD	NEA-MTD ⁽¹⁾	
		mg/Nm ³	kg/tonelada vidrio fundido ⁽²⁾
NO _x expresados como NO ₂	Modificaciones de la combustión, proceso Fénix ⁽³⁾	700-800	1,75 – 2,0
	Fusión con oxicomcombustión ⁽⁴⁾	No procede	< 1,25-2,0
	Técnicas secundarias ⁽⁵⁾	400-700	1,0 – 1,75

⁽¹⁾ Se prevén unos niveles de emisiones más elevados si se utilizan nitratos ocasionalmente para la producción de vidrios especiales.

⁽²⁾ Se ha aplicado el factor de conversión indicado en la tabla 2 ($2,5 \times 10^{-3}$).

⁽³⁾ Los niveles inferiores del rango se asocian a la aplicación del proceso Fénix.

⁽⁴⁾ Los niveles que se pueden alcanzar dependen de la calidad del gas natural y del oxígeno disponibles (contenido de nitrógeno).

⁽⁵⁾ Los niveles más elevados del rango se asocian a las plantas existentes, hasta que se realice una reconstrucción normal o completa del horno de fusión. Los niveles inferiores se asocian a las plantas más recientes/reacondicionadas.

26. Si se utilizan nitratos en la formulación de la mezcla, la MTD consiste en reducir las emisiones de NO_x mediante la minimización del uso de dichas materias primas, en combinación con técnicas primarias o secundarias. Si se utilizan técnicas secundarias, se aplicarán los NEA-MTD indicados en la tabla 15.

Si se utilizan nitratos en la formulación de la mezcla para la producción de vidrios especiales en un número limitado de campañas breves, se aplicarán los NEA-MTD indicados en la tabla 16.

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
Técnicas primarias: Minimización del uso de nitratos en la formulación de la mezcla. Los nitratos se utilizan para producciones especiales (por ejemplo, vidrio de color). Los sulfatos, los óxidos de arsénico y el óxido de cerio son materiales alternativos eficaces	La sustitución de los nitratos en la formulación de la mezcla puede estar limitada por el elevado coste o el mayor impacto ambiental de los materiales alternativos:

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de la técnica en el apartado 1.10.2.

Tabla 16

NEA-MTD para las emisiones de NO_x del horno de fusión en el sector del vidrio plano, cuando se utilizan nitratos en la formulación de la mezcla para la producción de vidrios especiales en un número limitado de campañas breves

Parámetro	MTD	NEA-MTD	
		mg/Nm ³	kg/tonelada vidrio fundido ⁽¹⁾
NO _x expresados como NO ₂	Técnicas primarias	< 1 200	< 3

⁽¹⁾ Se ha aplicado el factor de conversión indicado en la tabla 2 para los casos específicos ($2,5 \times 10^{-3}$)

1.3.3. Óxidos de azufre (SO_x) de los hornos de fusión

27. La MTD consiste en reducir las emisiones de SO_x del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Lavado en seco o semisecco, en combinación con un sistema de filtrado	La técnica es de aplicación general.
ii. Reducción del contenido de azufre al mínimo en la formulación de la mezcla y optimización del balance de azufre	La reducción del contenido de azufre al mínimo en la formulación de la mezcla suele aplicarse dentro de las limitaciones fijadas por los requisitos de calidad del producto de vidrio final. La aplicación de la optimización del balance de azufre exige un método de compensación entre la eliminación de las emisiones de SO _x y la gestión de los residuos sólidos (polvo del filtro).
iii. Utilización de combustibles con bajo contenido de azufre	La aplicabilidad puede estar limitada por las restricciones asociadas a la disponibilidad de combustibles con bajo contenido de azufre, que puede estar afectada por la política energética del Estado miembro.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.3.

Tabla 17

NEA-MTD para las emisiones de SO_x del horno de fusión en el sector del vidrio plano

Parámetro	Combustible	NEA-MTD ⁽¹⁾	
		mg/Nm ³	kg/tonelada vidrio fundido ⁽²⁾
SO _x expresados como SO ₂	Gas natural	< 300-500	< 0,75-1,25
	Fuelóleo ⁽³⁾ ⁽⁴⁾	500-1 300	1,25 – 3,25

⁽¹⁾ Los niveles inferiores se asocian a unas condiciones en las que la reducción de SO_x tiene mayor prioridad que una menor producción de residuos sólidos correspondientes al polvo del filtro rico en sulfatos.

⁽²⁾ Se ha aplicado el factor de conversión indicado en la tabla 2 ($2,5 \times 10^{-3}$).

⁽³⁾ Los niveles de emisiones asociados están relacionados con la utilización de fuelóleo con un contenido de azufre del 1 % en combinación con técnicas de reducción secundarias.

⁽⁴⁾ En el caso de los hornos de vidrio plano, es posible que deba investigarse el balance de azufre para aclarar las dudas sobre los niveles de emisiones que se pueden alcanzar. Puede resultar difícil alcanzar los valores recogidos en la tabla en combinación con el reciclado del polvo del filtro.

1.3.4. Cloruro de hidrógeno (HCl) y fluoruro de hidrógeno (HF) de hornos de fusión

28. La MTD consiste en reducir las emisiones de HCl y HF del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Selección de materias primas para la formulación de la mezcla con un bajo contenido de cloro y flúor	La aplicabilidad puede estar limitada por las restricciones correspondientes al tipo de vidrio producido en las instalaciones y por la disponibilidad de materias primas.
ii. Lavado en seco o semiseco, en combinación con un sistema de filtrado	La técnica es de aplicación general.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.4.

Tabla 18

NEA-MTD para las emisiones de HCl y HF del horno de fusión en el sector del vidrio plano

Parámetro	NEA-MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidrio fundido ⁽¹⁾
Cloruro de hidrógeno, expresado como HCl ⁽²⁾	< 10-25	< 0,025-0,0625
Fluoruro de hidrógeno, expresado como HF	< 1-4	< 0,0025-0,010

⁽¹⁾ Se ha aplicado el factor de conversión indicado en la tabla 2 ($2,5 \times 10^{-3}$).

⁽²⁾ Los niveles más elevados del rango se asocian al reciclado de las partículas del filtro en la formulación de la mezcla.

1.3.5. Metales de los hornos de fusión

29. La MTD consiste en reducir las emisiones de metales del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Selección de materias primas para la formulación de la mezcla con un bajo contenido de metales	La aplicabilidad puede estar limitada por las restricciones impuestas por el tipo de vidrio producido en las instalaciones y por la disponibilidad de materias primas.
ii. Aplicación de un sistema de filtrado	La técnica es de aplicación general.
iii. Aplicación de lavado en seco o semiseco, en combinación con un sistema de filtrado	

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.5.

Tabla 19

NEA-MTD para las emisiones de metales del horno de fusión en el sector del vidrio plano, a excepción de los vidrios de color con selenio

Parámetro	NEA-MTD ⁽¹⁾	
	mg/Nm ³	kg/tonelada vidrio fundido ⁽²⁾
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	< 0,2-1	< $0,5-2,5 \times 10^{-3}$
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	< 1-5	< $2,5-12,5 \times 10^{-3}$

⁽¹⁾ Los rangos se refieren a la suma de los metales presentes en los gases de salida, tanto en la fase sólida como en la gaseosa.

⁽²⁾ Se ha aplicado el factor de conversión indicado en la tabla 2 ($2,5 \times 10^{-3}$).

30. Si se utilizan compuestos de selenio para la coloración del vidrio, la MTD consiste en reducir las emisiones de selenio del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Minimización de la evaporación del selenio de la composición de la mezcla seleccionando materias primas con una mayor eficiencia de retención en el vidrio y una menor volatilización	La aplicabilidad puede estar limitada por las restricciones impuestas por el tipo de vidrio producido en las instalaciones y por la disponibilidad de materias primas.
ii. Aplicación de un sistema de filtrado	La técnica es de aplicación general
iii. Aplicación de lavado en seco o semiseco, en combinación con un sistema de filtrado	

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.5.

Tabla 20

NEA-MTD para las emisiones de selenio del horno de fusión en el sector del vidrio plano para la producción de vidrio de color

Parámetro	NEA-MTD ⁽¹⁾ ⁽²⁾	
	mg/Nm ³	kg/tonelada vidrio fundido ⁽³⁾
Compuestos de selenio, expresados como Se	1-3	$2,5-7,5 \times 10^{-3}$

⁽¹⁾ Los valores se refieren a la suma de selenio total presente en los gases de salida, tanto en la fase sólida como en la gaseosa.

⁽²⁾ Los niveles inferiores corresponden a unas condiciones en las que la reducción de las emisiones de Se tiene mayor prioridad que una menor producción de residuos sólidos del polvo del filtro. En este caso se aplica una alta relación estequiométrica (reactivo/contaminante) y se genera un flujo considerable de residuos sólidos.

⁽³⁾ Se ha aplicado el factor de conversión indicado en la tabla 2 ($2,5 \times 10^{-3}$).

1.3.6. Emisiones de procesos de acabado

31. La MTD consiste en reducir las emisiones al aire de los procesos de acabado aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Minimización de las pérdidas de producto de recubrimiento aplicados al vidrio plano garantizando un buen sellado del sistema de aplicación	Las técnicas son de aplicación general.
ii. Minimización de las pérdidas de SO ₂ del túnel de recocido, operando el sistema de control de un modo óptimo	
iii. Combinación de las emisiones de SO ₂ del túnel de recocido con los gases residuales del horno de fusión, cuando resulte técnicamente viable y cuando se aplique un sistema de tratamiento secundario (filtro y lavador en seco o semiseco)	
iv. Aplicación de una técnica secundaria, por ejemplo lavado húmedo o lavado en seco y filtrado	Las técnicas son de aplicación general. La selección de la técnica y su rendimiento dependerán de la composición de los gases residuales de entrada.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de los sistemas de tratamientos secundario en los apartados 1.10.3 y 1.10.6.

Tabla 21

NEA-MTD para las emisiones atmosféricas de los procesos de acabado en el sector del vidrio plano, cuando se tratan por separado

Parámetro	NEA-MTD
	mg/Nm ³
Partículas	< 15-20

Parámetro	NEA-MTD
	mg/Nm ³
Cloruro de hidrógeno, expresado como HCl	< 10
Fluoruro de hidrógeno, expresado como HF	< 1-5
SO _x , expresados como SO ₂	< 200
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	< 1
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	< 5

1.4. Conclusiones sobre las MTD en la fabricación de fibra de vidrio de filamento continuo

Salvo que se indique expresamente lo contrario, las conclusiones sobre las MTD presentadas en este apartado pueden aplicarse a todas las instalaciones de fabricación de fibra de vidrio de filamento continuo.

1.4.1. Emisiones de partículas de los hornos de fusión

Los NEA-MTD recogidos en este apartado correspondientes a las partículas se refieren a todos los materiales que se encuentren en estado sólido en el punto de medición, incluidos los compuestos de boro sólidos. Los compuestos de boro gaseosos en el punto de medición no están incluidos.

32. La MTD consiste en reducir las emisiones de partículas de los gases residuales del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica (1)	Aplicabilidad
i. Reducción de los componentes volátiles mediante la modificación de las materias primas La formulación de composiciones de mezcla sin compuestos de boro o con bajos niveles de boro es una medida primaria para reducir las emisiones de partículas que, principalmente, se generan por volatilización. El boro es el principal componente de las partículas emitidas por el horno de fusión.	La aplicación de la técnica está limitada por cuestiones de propiedad, puesto que las formulaciones de mezcla libres de boro o con bajos niveles del mismo están protegidas por patentes.
ii. Sistema de filtrado: precipitador electrostático o filtro de mangas	La técnica es de aplicación general. Los beneficios ambientales máximos se consiguen cuando se aplica en plantas nuevas en las que es posible definir la colocación y las características del filtro sin restricciones.
iii. Sistema de lavado húmedo	La aplicación en las plantas existentes puede estar limitada por restricciones técnicas, como por ejemplo la necesidad de un sistema de tratamiento de aguas residuales específico.

(1) Se incluye una descripción de las técnicas en los apartados 1.10.1 y 1.10.7.

Tabla 22

NEA-MTD para las emisiones de partículas del horno de fusión en el sector de la fibra de vidrio de filamento continuo

Parámetro	NEA-MTD (1)	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidrio fundido (2)
Partículas	< 10-20	< 0,045-0,09

(1) Se han registrado valores a un nivel < 30 mg/Nm³ (< 0,14 kg/tonelada de vidrio fundido) para las formulaciones libres de boro, con la aplicación de técnicas primarias.

(2) Se ha aplicado el factor de conversión indicado en la tabla 2 (4,5 × 10⁻³).

1.4.2. Óxidos de nitrógeno (NO_x) de los hornos de fusión

33. La MTD consiste en reducir las emisiones de NO_x del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Modificaciones de la combustión	
a) Reducción de la relación aire/combustible	Aplicable a hornos de combustible-aire convencionales Se aprovechan todos sus beneficios con una reconstrucción tanto normal como completa del horno, si se combinan con una geometría y diseño óptimos del horno.
b) Temperatura del aire de combustión reducida	Aplicable a hornos de combustible-aire convencionales, en función de las restricciones de la eficiencia energética del horno y de la mayor demanda de combustible. La mayoría de los hornos ya son hornos de recuperación.
c) Combustión por fases: d) Introducción del aire por fases e) Introducción del combustible por fases	La introducción del combustible por fases se aplica a la mayoría de hornos de combustible-aire y de oxicomustión. La introducción del aire por fases tiene una aplicabilidad muy limitada debido a su complejidad técnica.
d) Recirculación de los gases de salida	La aplicabilidad de esta técnica se limita a la utilización de quemadores especiales con recirculación automática de los gases residuales.
e) Quemadores de bajo NO _x	La técnica es de aplicación general. Se aprovechan todos sus beneficios con una reconstrucción tanto normal como completa del horno, si se combinan con una geometría y diseño óptimos del horno.
f) Elección del combustible	La aplicabilidad está limitada por las restricciones asociadas a la disponibilidad de los diversos tipos de combustible, que puede estar afectada por la política energética de cada Estado miembro.
ii. Fusión con oxicomustión	Las máximas ventajas ambientales se consiguen cuando se aplica durante una reconstrucción completa del horno.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.2.

Tabla 23

NEA-MTD para las emisiones de NO_x del horno de fusión en el sector de la fibra de vidrio de filamento continuo

Parámetro	MTD	NEA-MTD	
		mg/Nm ³	kg/tonelada de vidrio fundido
NO _x expresados como NO ₂	Modificaciones de la combustión	< 600-1 000	< 2,7-4,5 ⁽¹⁾
	Fusión con oxicomustión ⁽²⁾	No procede	< 0,5-1,5

⁽¹⁾ Se ha aplicado el factor de conversión indicado en la tabla 2 ($4,5 \times 10^{-3}$).

⁽²⁾ Los niveles que se pueden alcanzar dependen de la calidad del gas natural y del oxígeno disponibles (contenido de nitrógeno).

1.4.3. Óxidos de azufre (SO_x) de los hornos de fusión

34. La MTD consiste en reducir las emisiones de SO_x del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Minimización del contenido de azufre en la formulación de la mezcla y optimización del balance de azufre	La técnica es de aplicación general respetando las restricciones de los requisitos de calidad del producto de vidrio final. La aplicación de la optimización del balance de azufre requiere un método de compensación entre la supresión de las emisiones de SO _x y la gestión de los residuos sólidos (partículas del filtro) que deben eliminarse.

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
ii. Utilización de combustibles con bajo contenido de azufre	La aplicabilidad puede estar limitada por las restricciones asociadas a la disponibilidad de combustibles con bajo contenido de azufre, que puede estar afectada por la política energética del Estado miembro.
iii. Lavado en seco o semiseco, en combinación con un sistema de filtrado	La técnica es de aplicación general. La presencia de altas concentraciones de compuestos de boro en los gases de salida puede limitar la eficiencia en la eliminación del reactivo utilizado en los sistemas de lavado seco o semiseco.
iv. Utilización de lavado húmedo	La técnica es de aplicación general, respetando las restricciones técnicas, como, por ejemplo, la necesidad de una planta de tratamiento de aguas residuales específica.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en los apartados 1.10.3 y 1.10.6.

Tabla 24

NEA-MTD para las emisiones de SO_x del horno de fusión en el sector de la fibra de vidrio de filamento continuo

Parámetro	Combustible	NEA-MTD ⁽¹⁾	
		mg/Nm ³	kg/tonelada de vidrio fundido ⁽²⁾
SO _x expresados como SO ₂	Gas natural ⁽³⁾	< 200-800	< 0,9-3,6
	Fuelóleo ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾	< 500-1 000	< 2,25-4,5

⁽¹⁾ Los niveles más elevados del rango se asocian a la utilización de sulfatos en la formulación de la mezcla para refinar el vidrio.

⁽²⁾ Se ha aplicado el factor de conversión indicado en la tabla 2 ($4,5 \times 10^{-3}$).

⁽³⁾ Para hornos de oxicomustión con la aplicación de lavado húmedo, se han registrado unos NEA-MTD < 0,1 kg/tonelada de vidrio fundido de SO_x, expresados como SO₂.

⁽⁴⁾ Los niveles de emisiones asociados están relacionados con la utilización de fuelóleo con un contenido de azufre del 1 % en combinación con técnicas de reducción secundarias.

⁽⁵⁾ Los niveles inferiores corresponden a unas condiciones en las que la reducción de SO_x es más prioritaria que una menor producción de residuos sólidos del polvo del filtro rico en sulfatos. En este caso, los niveles inferiores se asocian a la utilización de un filtro de mangas.

1.4.4. Cloruro de hidrógeno (HCl) y fluoruro de hidrógeno (HF) de hornos de fusión

35. La MTD consiste en reducir las emisiones de HCl y HF del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Selección de materias primas para la formulación de la mezcla con un bajo contenido de cloro y flúor	La técnica es de aplicación general, respetando las restricciones de la formulación de la mezcla y la disponibilidad de materias primas.
ii. Minimización del contenido de flúor en la formulación de la mezcla La minimización de las emisiones de flúor del proceso de fusión puede conseguirse como se indica a continuación: — minimizando/reduciendo la cantidad de compuestos de flúor (por ejemplo, espato flúor) utilizados en la formulación de la mezcla al mínimo apropiado para la calidad del producto final. Los compuestos de flúor se utilizan para optimizar el proceso de fusión contribuyen al desfibrado y minimizan la rotura de las fibras — sustitución de los compuestos de flúor por materiales alternativos (por ejemplo sulfatos)	La sustitución de los compuestos de flúor por materiales alternativos está limitada por los requisitos de calidad del producto.
iii. lavado en seco o semiseco, en combinación con un sistema de filtrado	La técnica es de aplicación general.
iv. lavado húmedo	La técnica es de aplicación general, respetando las restricciones técnicas, como la necesidad de una planta de tratamiento de aguas residuales específica.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en los apartados 1.10.4 y 1.10.6.

Tabla 25

NEA-MTD para las emisiones de HCl y HF del horno de fusión en el sector de la fibra de vidrio de filamento continuo

Parámetro	NEA-MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidrio fundido (1)
Cloruro de hidrógeno, expresado como HCl	< 10	< 0,05
Fluoruro de hidrógeno, expresado como HF (2)	< 5-15	< 0,02-0,07

(1) Se ha aplicado el factor de conversión indicado en la tabla 2 ($4,5 \times 10^{-3}$).

(2) Los niveles más elevados del rango se asocian a la utilización de compuestos de flúor en la formulación de la mezcla.

1.4.5. Metales de los hornos de fusión

36. La MTD consiste en reducir las emisiones de metales del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica (1)	Aplicabilidad
i. Selección de materias primas para la formulación de la mezcla con un bajo contenido de metales	La técnica es de aplicación general, respetando las restricciones de disponibilidad de materias primas.
ii. Aplicación de lavado en seco o semisecho, en combinación con un sistema de filtrado	La técnica es de aplicación general.
iii. Aplicación de lavado húmedo	La técnica es de aplicación general, respetando las restricciones técnicas, como la necesidad de una planta de tratamiento de aguas residuales específica.

(1) Se incluye una descripción de las técnicas en los apartados 1.10.5 y 1.10.6.

Tabla 26

NEA-MTD para las emisiones de metales del horno de fusión en el sector de la fibra de vidrio de filamento continuo

Parámetro	NEA-MTD (1)	
	mg/Nm ³	kg/tonelada vidrio fundido (2)
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	< 0,2-1	< $0,9-4,5 \times 10^{-3}$
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	< 1-3	< $4,5-13,5 \times 10^{-3}$

(1) Los niveles se refieren a la suma de los metales presentes en los gases de salida, tanto en la fase sólida como en la gaseosa.

(2) Se ha aplicado el factor de conversión indicado en la tabla 2 ($4,5 \times 10^{-3}$).

1.4.6. Emisiones de procesos de acabado

37. La MTD consiste en reducir las emisiones de los procesos de acabado aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica (1)	Aplicabilidad
i. Sistemas de lavado húmedo	Las técnicas son de aplicación general para el tratamiento de gases residuales del proceso de formación (recubrimiento de las fibras) o procesos secundarios que impliquen la utilización de aglomerante curado o secado
ii. Precipitador electrostático húmedo	
iii. Sistema de filtrado (filtro de mangas)	La técnica es de aplicación general para el tratamiento de los gases residuales de las operaciones de corte y molturación de los productos

(1) Se incluye una descripción de las técnicas en los apartados 1.10.7 y 1.10.8.

Tabla 27

NEA-MTD para las emisiones atmosféricas de los procesos de acabado en el sector de la fibra de vidrio de filamento continuo, cuando se tratan por separado

Parámetro	NEA-MTD
	mg/Nm ³
Emisiones de la formación y del recubrimiento	
Partículas	< 5-20
Formaldehído	< 10
Amoníaco	< 30
Compuestos orgánicos volátiles totales, expresados como C	< 20
Emisiones del corte y de la molturación	
Partículas	< 5-20

1.5. Conclusiones sobre las MTD en la fabricación de vidrio de uso doméstico

Salvo que se indique expresamente lo contrario, las conclusiones sobre las MTD presentadas en este apartado pueden aplicarse a todas las instalaciones de fabricación de vidrio de uso doméstico.

1.5.1. Emisiones de partículas de los hornos de fusión

38. La MTD consiste en reducir las emisiones de partículas de los gases residuales del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Reducción de los componentes volátiles mediante la modificación de las materias primas. La formulación de la composición de la mezcla puede contener componentes muy volátiles (por ejemplo, boro o fluoruros) que contribuyen considerablemente a la formación de emisiones de partículas del horno de fusión.	La técnica es de aplicación general, respetando las restricciones del tipo de vidrio producido y la disponibilidad de las materias primas de sustitución.
ii. Fusión eléctrica	No es aplicable a la producción de vidrio en grandes volúmenes (> 300 toneladas/día). No es aplicable a la producción que exija grandes variaciones del ritmo de producción Su aplicación exige una reconstrucción completa del horno.
iii. Fusión con oxcombustión	Los máximos beneficios ambientales se consiguen cuando se aplica durante una reconstrucción completa del horno.
iv. Sistema de filtrado: precipitador electrostático o filtro de mangas	Las técnicas son de aplicación general
v. Sistema de lavado húmedo	La aplicabilidad se limita a casos específicos, en particular a los hornos de fusión eléctrica en los que los volúmenes de gas de circulación y las emisiones de partículas suelen ser reducidas y estar relacionadas con la transferencia de la formulación de la mezcla

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en los apartados 1.10.5 y 1.10.7.

Tabla 28

NEA-MTD para las emisiones de partículas del horno de fusión en el sector del vidrio para uso doméstico

Parámetro	NEA-MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidrio fundido ⁽¹⁾
Partículas	< 10-20 ⁽²⁾	< 0,03-0,06
	< 1-10 ⁽³⁾	< 0,003-0,03

⁽¹⁾ Se ha aplicado un factor de conversión de 3×10^{-3} (véase la tabla 2). No obstante, puede ser necesario aplicar un factor de conversión específico para cada caso en determinadas producciones.

⁽²⁾ Se han notificado ciertas consideraciones en relación con la viabilidad económica para alcanzar los NEA-MTD en hornos con una capacidad < 80 t/día que producen vidrio sódico-cálcico.

⁽³⁾ Este NEA-MTD se aplica en las formulaciones de mezcla que contienen cantidades considerables de componentes considerados sustancias peligrosas de conformidad con el Reglamento (CE) n° 1272/2008.

1.5.2. Óxidos de nitrógeno (NO_x) de los hornos de fusión

39. La MTD consiste en reducir las emisiones de NO_x del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Modificaciones de la combustión	
a) Reducción de la relación aire/combustible	Aplicable a hornos de combustible-aire convencionales. Se aprovechan todos sus beneficios con una reconstrucción tanto normal como completa del horno, si se combinan con una geometría y diseño óptimos del horno.
b) Temperatura del aire de combustión reducida	Aplicable únicamente bajo circunstancias específicas de la instalación debido a una menor eficiencia del horno y a un mayor consumo de combustible (es decir, utilización de hornos de recuperación en lugar de hornos regenerativos)
c) Combustión por fases: f) Introducción del aire por fases g) Introducción del combustible por fases	La introducción del combustible por fases se aplica a la mayoría de hornos de combustible-aire convencionales. La introducción del aire por fases tiene una aplicabilidad muy limitada debido a su complejidad técnica.
d) Recirculación de los gases de salida	La aplicabilidad de esta técnica se limita a la utilización de quemadores especiales con recirculación automática de los gases residuales.
e) Quemadores de bajo NO	La técnica es de aplicación general. Las ventajas ambientales suelen ser menores en las aplicaciones en hornos de gas de llama transversal debido a las limitaciones técnicas y a que el grado de flexibilidad del horno es menor. Se aprovechan todas sus ventajas con una reconstrucción tanto normal como completa del horno, si se combinan con una geometría y diseño óptimos del horno.
f) Elección del combustible	La aplicabilidad está limitada por las restricciones asociadas a la disponibilidad de los diversos tipos de combustible, que puede estar afectada por la política energética de cada Estado miembro.
ii. Horno de diseño especial	La aplicabilidad se limita a formulaciones de mezclas con altos niveles de casco de vidrio externo (> 70 %). La aplicación exige una reconstrucción completa del horno de fusión. La forma del horno (largo y estrecho) puede generar limitaciones de espacio.

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
iii. Fusión eléctrica	No es aplicable a la producción de vidrio en grandes volúmenes (> 300 toneladas/día). No es aplicable a la producción que exija grandes variaciones del ritmo de producción. Su aplicación exige una reconstrucción completa del horno.
iv. Fusión con oxcombustión	Los máximos beneficios ambientales se consiguen cuando se aplica durante una reconstrucción completa del horno.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.2.

Tabla 29

NEA-MTD para las emisiones de NO_x del horno de fusión en el sector del vidrio para uso doméstico

Parámetro	MTD	NEA-MTD	
		mg/Nm ³	kg/tonelada vidrio fundido ⁽¹⁾
NO _x expresados como NO ₂	Modificaciones de la combustión, hornos de diseño especial	< 500-1 000	< 1,25-2,5
	Fusión eléctrica	< 100	< 0,3
	Fusión con oxcombustión ⁽²⁾	No procede	< 0,5-1,5

⁽¹⁾ Se ha aplicado un factor de conversión de $2,5 \times 10^{-3}$, para las modificaciones de la combustión y los hornos de diseño especial, y un factor de conversión de 3×10^{-3} para la fusión eléctrica (véase la tabla 2). No obstante, puede ser necesario aplicar un factor de conversión específico para cada caso en determinadas producciones.

⁽²⁾ Los niveles que se pueden alcanzar dependen de la calidad del gas natural y del oxígeno disponibles (contenido de nitrógeno).

40. Si se utilizan nitratos en la formulación de la mezcla, la MTD consiste en reducir las emisiones de NO_x mediante la minimización del uso de dichas materias primas, en combinación con técnicas primarias o secundarias.

Los NEA-MTD se determinan en la tabla 29.

Si se utilizan nitratos en la formulación de la mezcla para un número limitado de campañas breves o para los hornos de fusión con una capacidad < 100 t/día que producen tipos especiales de vidrio sódico-cálcico (vidrios transparentes/ultra-transparentes o vidrios de color con selenio) y otros vidrios especiales (es decir, borosilicato, vitrocerámicas, vidrio opalino, cristal y vidrio de plomo), los NEA-MTD serán los indicados en la tabla 30.

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
Técnicas primarias: — Minimización del uso de nitratos en la formulación de la mezcla Los nitratos se utilizan para productos de calidad muy elevada, cuando se necesita vidrio muy incoloro (transparente) o se producen vidrios especiales. Los sulfatos, los óxidos de arsénico o el óxido de cerio son materiales alternativos eficaces.	La sustitución de los nitratos en la formulación de la mezcla puede estar limitada por el elevado coste o el mayor impacto ambiental de los materiales alternativos.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de la técnica en el apartado 1.10.2.

Tabla 30

NEA-MTD para las emisiones de NO_x del horno de fusión en el sector del vidrio para uso doméstico, cuando se utilizan nitratos en la formulación de la mezcla para un número limitado de campañas breves o para hornos de fusión con una capacidad < 100 t/día que producen tipos especiales de vidrio sódico-cálcico (vidrios transparentes/ultrtransparentes o vidrios de color con selenio) y otros vidrios especiales (es decir, borosilicato, vitrocerámicas, vidrio opalino, cristal y vidrio al plomo)

Parámetro	Tipo de horno	NEA-MTD	
		mg/Nm ³	kg/tonelada vidrio fundido
NO _x expresados como NO ₂	Hornos convencionales de combustible/aire	< 500-1 500	< 1,25-3,75 ⁽¹⁾
	Fusión eléctrica	< 300-500	< 8-10

⁽¹⁾ Se ha aplicado el factor de conversión indicado en la tabla 2 para el vidrio sódico-cálcico ($2,5 \times 10^{-3}$).

1.5.3. Óxidos de azufre (SO_x) de los hornos de fusión

41. La MTD consiste en reducir las emisiones de SO_x del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Minimización del contenido de azufre en la formulación de la mezcla y optimización del balance de azufre	La minimización del contenido de azufre en la formulación de la mezcla suele aplicarse dentro de las limitaciones fijadas por los requisitos de calidad del producto de vidrio final. La aplicación de la optimización del balance de azufre exige un método de compensación entre la eliminación de las emisiones de SO _x y la gestión de los residuos sólidos (polvo del filtro).
ii. Utilización de combustibles con bajo contenido de azufre	La aplicabilidad puede estar limitada por las restricciones asociadas a la disponibilidad de combustibles con bajo contenido de azufre, que puede estar afectada por la política energética del Estado miembro.
iii. Lavado en seco o semisecco, en combinación con un sistema de filtrado	La técnica es de aplicación general.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.3.

Tabla 31

NEA-MTD para las emisiones de SO_x del horno de fusión en el sector del vidrio para uso doméstico

Parámetro	Técnica de fusión/combustible	NEA-MTD	
		mg/Nm ³	kg/tonelada de vidrio fundido ⁽¹⁾
SO _x expresados como SO ₂	Gas natural	< 200-300	< 0,5-0,75
	Fuelóleo ⁽²⁾	< 1 000	< 2,5
	Fusión eléctrica	< 100	< 0,25

⁽¹⁾ Se ha aplicado un factor de conversión de $2,5 \times 10^{-3}$ (véase la tabla 2). No obstante, puede ser necesario aplicar un factor de conversión específico para cada caso en determinadas producciones específicas.

⁽²⁾ Los niveles están relacionados con la utilización de fuelóleo con un contenido de azufre del 1 % en combinación con técnicas de reducción secundarias.

1.5.4. Cloruro de hidrógeno (HCl) y fluoruro de hidrógeno (HF) de hornos de fusión

42. La MTD consiste en reducir las emisiones de HCl y HF del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Selección de materias primas para la formulación de la mezcla con un bajo contenido de cloro y flúor	La aplicabilidad puede estar limitada por las restricciones de la formulación de la mezcla correspondientes al tipo de vidrio producido en las instalaciones y por la disponibilidad de materias primas.

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
ii. Minimización del contenido de flúor en la formulación de la mezcla y optimización del balance de masas de flúor La minimización de las emisiones de flúor del proceso de fusión se puede lograr minimizando/reduciendo la cantidad de compuestos de flúor (por ejemplo, espato flúor) utilizados en la formulación de la mezcla al mínimo apropiado para la calidad del producto final, los compuestos de flúor se agregan a la formulación de la mezcla para conferir un aspecto opaco o turbio al vidrio	La técnica es de aplicación general, respetando las restricciones de los requisitos de calidad del producto final.
iii. Lavado en seco o semiseco, en combinación con un sistema de filtrado	La técnica es de aplicación general.
iv. Lavado húmedo	La técnica es de aplicación general, respetando las restricciones técnicas, como la necesidad de una planta de tratamiento de aguas residuales específica. La aplicabilidad de esta técnica podría estar limitada por su elevado coste o por los aspectos relacionados con el tratamiento de las aguas residuales, entre ellos las restricciones correspondientes al reciclado de los lodos o los residuos sólidos del tratamiento del agua

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en los apartados 1.10.4 y 1.10.6.

Tabla 32

NEA-MTD para las emisiones de HCl y HF del horno de fusión en el sector del vidrio para uso doméstico

Parámetro	NEA-MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada vidrio fundido ⁽¹⁾
Cloruro de hidrógeno, expresado como HCl ⁽²⁾ ⁽³⁾	< 10-20	< 0,03-0,06
Fluoruro de hidrógeno, expresado como HF ⁽⁴⁾	< 1-5	< 0,003-0,015

⁽¹⁾ Se ha aplicado un factor de conversión de 3×10^{-3} (véase la tabla 2). No obstante, puede ser necesario aplicar un factor de conversión específico para cada caso en determinadas producciones.

⁽²⁾ Los niveles inferiores se asocian a la utilización de la fusión eléctrica.

⁽³⁾ Cuando se utilicen KCl o NaCl como agentes de refino, el NEA-MTD será < 30 mg/Nm³ o < 0,09 kg/tonelada de vidrio fundido.

⁽⁴⁾ Los niveles inferiores se asocian a la utilización de la fusión eléctrica. Los niveles más elevados se asocian a la producción de vidrio opalino, el reciclado de las partículas del filtro o la utilización de unos niveles elevados de casco de vidrio externo en la formulación de la mezcla.

1.5.5. Metales de los hornos de fusión

43. La MTD consiste en reducir las emisiones de metales del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Selección de materias primas para la formulación de la mezcla con un bajo contenido de metales	La aplicabilidad puede estar limitada por las restricciones impuestas por el tipo de vidrio producido en las instalaciones y por la disponibilidad de materias primas.
ii. Minimización del uso de compuestos metálicos en la formulación de la mezcla, mediante una selección adecuada de las materias primas cuando se requiera la coloración o decoloración del vidrio o cuando se confieran características específicas al mismo	Para la producción de cristal y vidrio al plomo, la minimización de los compuestos metálicos en la formulación de la mezcla está restringida por los límites fijados en la Directiva 69/493/CEE, que clasifica la composición química de los productos finales de vidrio.
iii. Lavado en seco o semiseco, en combinación con un sistema de filtrado	La técnica es de aplicación general.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.5.

Tabla 33

NEA-MTD para las emisiones de metales del horno de fusión en el sector del vidrio para uso doméstico, excepto cuando se utiliza selenio para la decoloración del vidrio

Parámetro	NEA-MTD ⁽¹⁾	
	mg/Nm ³	kg/tonelada vidrio fundido ⁽²⁾
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VII})	< 0,2-1	< 0,6-3 × 10 ⁻³
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	< 1-5	< 3-15 × 10 ⁻³

⁽¹⁾ Los niveles se refieren a la suma de los metales presentes en los gases de salida, tanto en la fase sólida como en la gaseosa.

⁽²⁾ Se ha aplicado un factor de conversión de 3 × 10⁻³ (véase la tabla 2). No obstante, puede ser necesario aplicar un factor de conversión específico para cada caso en determinadas producciones.

44. Si se utilizan compuestos de selenio para la decoloración del vidrio, la MTD consiste en reducir las emisiones de selenio del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Minimización del uso de compuestos de selenio en la formulación de la mezcla mediante una selección adecuada de las materias primas	La aplicabilidad puede estar limitada por las restricciones impuestas por el tipo de vidrio producido en las instalaciones y por la disponibilidad de materias primas.
ii. Lavado en seco o semiseco, en combinación con un sistema de filtrado	La técnica es de aplicación general.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.5.

Tabla 34

NEA-MTD para las emisiones de selenio del horno de fusión en el sector del vidrio para uso doméstico, cuando se utilizan compuestos de selenio para la decoloración del vidrio

Parámetro	NEA-MTD ⁽¹⁾	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidrio fundido ⁽²⁾
Compuestos de selenio, como Se	< 1	< 3 × 10 ⁻³

⁽¹⁾ Los valores se refieren a la suma de selenio total presente en los gases de salida, tanto en la fase sólida como en la gaseosa.

⁽²⁾ Se ha aplicado un factor de conversión de 3 × 10⁻³ (véase la tabla 2). No obstante, puede ser necesario aplicar un factor de conversión específico para cada caso en determinadas producciones.

45. Si se utilizan compuestos de plomo para la fabricación de vidrio al plomo, la MTD consiste en reducir las emisiones de plomo del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Fusión eléctrica	No es aplicable a la producción de vidrio en grandes volúmenes (> 300 toneladas/día). No es aplicable a la producción que exija grandes variaciones del ritmo de producción. Su aplicación exige una reconstrucción completa del horno.
ii. Filtro de mangas	La técnica es de aplicación general.
iii. Precipitador electrostático	
iv. Lavado en seco o semiseco, en combinación con un sistema de filtrado	

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de la técnica en los apartados 1.10.1 y 1.10.5.

Tabla 35

NEA-MTD para las emisiones de plomo del horno de fusión en el sector del vidrio para uso doméstico, cuando se utilizan compuestos de plomo para la fabricación de vidrio al plomo

Parámetro	NEA-MTD ⁽¹⁾	
	mg/Nm ³	kg/tonelada vidrio fundido ⁽²⁾
Compuestos de plomo, expresados como Pb	< 0,5-1	< 1-3 × 10 ⁻³

⁽¹⁾ Los valores se refieren a la suma de plomo total presente en los gases de salida, tanto en la fase sólida como en la gaseosa.

⁽²⁾ Se ha aplicado un factor de conversión de 3 × 10⁻³ (véase la tabla 2). No obstante, puede ser necesario aplicar un factor de conversión específico para cada caso en determinadas producciones.

1.5.6. Emisiones de procesos de acabado

46. En los procesos de acabado que generen polvo, la MTD consiste en reducir las emisiones de partículas y metales aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Realización de operaciones que generen partículas (por ejemplo, corte, triturado, pulido) con aplicación de líquido	Las técnicas son de aplicación general.
ii. Aplicación de un sistema de filtro de mangas	

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.8.

Tabla 36

NEA-MTD para las emisiones atmosféricas de los procesos de acabado que generen partículas en el sector del vidrio para uso doméstico, cuando se tratan por separado

Parámetro	NEA-MTD
	mg/Nm ³
Partículas	< 1-10
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI}) ⁽¹⁾	< 1
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn) ⁽¹⁾	< 1-5
Compuestos de plomo, expresados como Pb ⁽²⁾	< 1-1,5

⁽¹⁾ Los niveles se refieren a la suma de los metales presentes en los gases residuales.

⁽²⁾ Los niveles se refieren a las operaciones posteriores realizadas con vidrio al plomo.

47. En el caso de los procesos de pulido al ácido, la MTD consiste en reducir las emisiones de HF aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Minimización de las pérdidas de producto de pulido garantizado un buen sellado del sistema de aplicación	Las técnicas son de aplicación general
ii. Aplicación de una técnica secundaria, por ejemplo lavado húmedo	

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.6.

Tabla 37

NEA-MTD para las emisiones de HF de los procesos de pulido ácido en el sector del vidrio para uso doméstico, cuando se tratan por separado

Parámetro	NEA-MTD
	mg/Nm ³
Fluoruro de hidrógeno, expresado como HF	< 5

1.6. Conclusiones sobre las MTD en la fabricación de vidrios especiales

Salvo que se indique expresamente lo contrario, las conclusiones sobre las MTD presentadas en este apartado pueden aplicarse a todas las instalaciones de fabricación de vidrios especiales.

1.6.1. Emisiones de partículas de los hornos de fusión

48. La MTD consiste en reducir las emisiones de partículas de los gases residuales del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica (1)	Aplicabilidad
i. Reducción de los componentes volátiles mediante la modificación de las materias primas La formulación de la composición de la mezcla puede contener componentes muy volátiles (por ejemplo, boro, fluoruros) que constituyen los principales componentes de las partículas emitidas del horno de fusión.	La técnica es de aplicación general, respetando las restricciones de calidad del vidrio producido.
ii. Fusión eléctrica	No es aplicable a la producción de vidrio en grandes volúmenes (> 300 toneladas/día). No es aplicable a la producción que exija grandes variaciones del ritmo de producción. Su aplicación exige una reconstrucción completa del horno.
iii. Sistema de filtrado: precipitador electrostático o filtro de mangas	La técnica es de aplicación general.

(1) Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.1.

Tabla 38

NEA-MTD para las emisiones de partículas del horno de fusión en el sector de vidrios especiales

Parámetro	NEA-MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada vidrio fundido (1)
Partículas	< 10-20	< 0,03-0,13
	< 1-10 (2)	< 0,003-0,065

(1) Se han utilizado unos factores de conversión de $2,5 \times 10^{-3}$ y $6,5 \times 10^{-3}$ para determinar el nivel máximo y mínimo del rango de los NEA-MTD (véase la tabla 2), y algunos valores son aproximados. No obstante, es necesario aplicar un factor de conversión específico para cada caso, en función del tipo de vidrio producido (véase la tabla 2).

(2) Los NEA-MTD se aplican a las formulaciones de mezclas que contienen cantidades considerables de componentes considerados sustancias peligrosas de conformidad con el Reglamento (CE) n° 1272/2008.

1.6.2. Óxidos de nitrógeno (NO_x) de los hornos de fusión

49. La MTD consiste en reducir las emisiones de NO_x del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

I. Técnicas primarias, como por ejemplo:

Técnica (!)	Aplicabilidad
i. Modificaciones de la combustión	
a) Reducción de la relación aire/com- bustible	Aplicable a hornos de combustible-aire convencionales. Se aprovechan todas sus ventajas con una reconstrucción tanto normal como completa del horno, si se combinan con una geometría y diseño óptimos del horno.
b) Temperatura del aire de combus- tión reducida	Aplicable únicamente bajo circunstancias específicas de la instalación debido a una menor eficiencia del horno y a un mayor consumo de combustible (es decir, utilización de hornos de recuperación en lugar de hornos regenerativos)
c) Combustión por fases: — Introducción del aire por fases — Introducción del combustible por fases	La introducción del combustible por fases se aplica a la mayoría de hornos de combustible-aire convencionales. La introducción del aire por fases tiene una aplicabilidad muy limitada debido a la complejidad técnica.
d) Recirculación de los gases de salida	La aplicabilidad de esta técnica se limita a la utilización de quemadores especiales con recirculación automática de los gases residuales.
e) Quemadores de bajo NO _x	La técnica es de aplicación general. Los beneficios ambientales suelen ser menores en las aplicaciones en hornos de gas de llama transversal debido a las limitaciones técnicas y a que el grado de flexibilidad del horno es menor. Se aprovechan todas sus ventajas con una reconstrucción tanto normal como completa del horno, si se combinan con una geometría y diseño óptimos del horno.
f) Elección del combustible	La aplicabilidad está limitada por las restricciones asociadas a la disponibilidad de los diversos tipos de combustible, que puede estar afectada por la política energética de cada Estado miembro.
ii. Fusión eléctrica	No es aplicable a la producción de vidrio en grandes volúmenes (> 300 toneladas/día). No es aplicable a la producción que exija grandes variaciones del ritmo de producción. Su aplicación exige una reconstrucción completa del horno.
iii. Fusión con oxicom- bustión	Los máximos beneficios ambientales se consiguen cuando se aplica durante una reconstrucción completa del horno.

(!) Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.2.

II. Técnicas secundarias, como por ejemplo:

Técnica (!)	Aplicabilidad
i. Reducción catalítica selectiva (SCR)	La aplicación puede exigir una actualización del sistema de reducción de las partículas para garantizar una concentración de las partículas inferior a 10-15 mg/Nm ³ y un sistema de desulfuración para la eliminación de las emisiones de SO _x . Debido al margen de temperaturas de operación óptimas, la aplicabilidad se limita a la utilización de precipitadores electrostáticos. Normalmente la técnica no se utiliza con un sistema de filtro de mangas debido a que la baja temperatura de operación, en el rango de 180-200 °C, exigiría el recalentamiento de los gases residuales. La aplicación de esta técnica puede exigir una disponibilidad de espacio considerable.

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
ii. Reducción no catalítica selectiva (SNCR)	<p>Su aplicabilidad en los hornos regenerativos convencionales es muy limitada, puesto que en ellos resulta complicado alcanzar el rango de temperaturas adecuado o no permiten un mezclado adecuado de los gases de salida con el reactivo.</p> <p>Podría aplicarse a los hornos regenerativos nuevos dotados de regeneradores partidos; no obstante, resulta complicado mantener el rango de temperaturas debido a la inversión del encendido entre las cámaras, que provoca un cambio de temperatura cíclico.</p>

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.2.

Tabla 39

NEA-MTD para las emisiones de NO_x del horno de fusión en el sector de vidrios especiales

Parámetro	MTD	NEA-MTD	
		mg/Nm ³	kg/tonelada de vidrio fundido ⁽¹⁾
NO _x expresados como NO ₂	Modificaciones de la combustión	600-800	1,5-3,2
	Fusión eléctrica	< 100	< 0,25-0,4
	Fusión con oxicom-bustión ⁽²⁾ ⁽³⁾	No procede.	< 1-3
	Técnicas secundarias	< 500	< 1-3

⁽¹⁾ Se han utilizado unos factores de conversión de $2,5 \times 10^{-3}$ y 4×10^{-3} para determinar los valores máximo y mínimo del rango de NEA-MTD (véase la tabla 2), y algunos valores son aproximados. Sin embargo, es necesario aplicar un factor de conversión específico para cada caso, en función del tipo de producción (véase la tabla 2).

⁽²⁾ Los niveles más elevados se asocian a una producción especial de tubos de vidrio de borosilicato para uso farmacéutico.

⁽³⁾ Los niveles que se pueden alcanzar dependen de la calidad del gas natural y del oxígeno disponibles (contenido de nitrógeno).

50. Si se utilizan nitratos en la formulación de la mezcla, la MTD consiste en reducir las emisiones de NO_x mediante la minimización del uso de dichas materias primas, en combinación con técnicas primarias o secundarias.

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
<p>Técnicas primarias</p> <p>— reducción al mínimo de la utilización de nitratos en la formulación de la mezcla.</p> <p>Los nitratos se utilizan para productos de calidad muy elevada que exigen unas características especiales del vidrio. Los sulfatos, los óxidos de arsénico o el óxido de cerio son materiales alternativos eficaces.</p>	<p>La sustitución de los nitratos en la formulación de la mezcla puede estar limitada por el elevado coste o el mayor impacto ambiental de los materiales alternativos.</p>

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de la técnica en el apartado 1.10.2.

Tabla 40

NEA-MTD para las emisiones de NO_x del horno de fusión en el sector de vidrios especiales cuando se utilizan nitratos en la formulación de la mezcla

Parámetro	MTD	NEA-MTD ⁽¹⁾	
		mg/Nm ³	kg/tonelada vidrio fundido ⁽²⁾
NO _x expresados como NO ₂	Reducción al mínimo del aporte de nitratos a la formulación de la mezcla, en combinación con técnicas primarias o secundarias	< 500-1 000	< 1-6

⁽¹⁾ Los niveles inferiores se asocian a la utilización de la fusión eléctrica.

⁽²⁾ Se han utilizado unos factores de conversión de $2,5 \times 10^{-3}$ y $6,5 \times 10^{-3}$ para determinar respectivamente los valores mínimo y máximo del rango de NEA-MTD, y algunos valores son aproximados. Puede ser necesario aplicar un factor de conversión específico para cada caso, en función del tipo de producción (véase la tabla 2).

1.6.3. Óxidos de azufre (SO_x) de los hornos de fusión

51. La MTD consiste en reducir las emisiones de SO_x del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Minimización del contenido de azufre en la formulación de la mezcla y optimización del balance de azufre	La técnica es de aplicación general respetando las restricciones de los requisitos de calidad del producto de vidrio final.
ii. Utilización de combustibles con bajo contenido de azufre	La aplicabilidad puede estar limitada por las restricciones asociadas a la disponibilidad de combustibles con bajo contenido de azufre, que puede estar afectada por la política energética del Estado miembro.
iii. Lavado en seco o semiseco, en combinación con un sistema de filtrado	La técnica es de aplicación general.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.3.

Tabla 41

NEA-MTD para las emisiones de SO_x del horno de fusión en el sector de vidrios especiales

Parámetro	Técnica de fusión/combustible	NEA-MTD ⁽¹⁾	
		mg/Nm ³	kg/tonelada de vidrio fundido ⁽²⁾
SO _x expresados como SO ₂	Gas natural, fusión eléctrica ⁽³⁾	< 30-200	< 0,08-0,5
	Fuelóleo ⁽⁴⁾	500-800	1,25-2

⁽¹⁾ Los rangos tienen en cuenta los balances de azufre variables, asociados al tipo de vidrio producido.

⁽²⁾ Se ha aplicado un factor de conversión de $2,5 \times 10^{-3}$ (véase la tabla 2). No obstante, puede ser necesario aplicar un factor de conversión específico para cada caso, en función del tipo de producción.

⁽³⁾ Los niveles inferiores se asocian a la utilización de la fusión eléctrica y a las formulaciones de mezcla sin sulfatos.

⁽⁴⁾ Los niveles de emisiones asociados están relacionados con la utilización de fuelóleo con un contenido de azufre del 1 % en combinación con técnicas de reducción secundarias.

1.6.4. Cloruro de hidrógeno (HCl) y fluoruro de hidrógeno (HF) de hornos de fusión

52. La MTD consiste en reducir las emisiones de HCl y HF del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Selección de materias primas para la formulación de la mezcla con un bajo contenido de cloro y flúor	La aplicabilidad puede estar limitada por las restricciones de la formulación de la mezcla correspondientes al tipo de vidrio producido en las instalaciones y por la disponibilidad de materias primas
ii. Minimización del contenido de flúor o cloro en la formulación de la mezcla y optimización del balance de masas de flúor o cloro. Los compuestos de flúor se utilizan para conferir características específicas a los vidrios especiales (por ejemplo, vidrio para iluminación opaco, vidrio óptico). Los compuestos de cloro pueden utilizarse como agentes de afinado para la producción de vidrio de borosilicato.	La técnica es de aplicación general, respetando las restricciones de los requisitos de calidad del producto final.
iii. Lavado en seco o semiseco, en combinación con un sistema de filtrado	La técnica es de aplicación general.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.4.

Tabla 42

NEA-MTD para las emisiones de HCl y HF del horno de fusión en el sector de vidrios especiales

Parámetro	NEA-MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidrio fundido ⁽¹⁾
Cloruro de hidrógeno, expresado como HCl ⁽²⁾	< 10-20	< 0,03-0,05
Fluoruro de hidrógeno, expresado como HF	< 1-5	< 0,003-0,04 ⁽³⁾

⁽¹⁾ Se ha aplicado un factor de conversión de $2,5 \times 10^{-3}$ (véase la tabla 2); algunos valores son aproximados. Puede ser necesario aplicar un factor de conversión específico para cada caso, en función del tipo de producción.

⁽²⁾ Los niveles más elevados se asocian a la utilización de materiales que contienen cloro en la formulación de la mezcla.

⁽³⁾ El valor máximo del rango se ha obtenido de datos específicos comunicados.

1.6.5. Metales de los hornos de fusión

53. La MTD consiste en reducir las emisiones de metales del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Selección de materias primas para la formulación de la mezcla con un bajo contenido de metales	La aplicabilidad puede estar limitada por las restricciones impuestas por el tipo de vidrio producido en las instalaciones y por la disponibilidad de materias primas.
ii. Minimización de la utilización de compuestos metálicos en la formulación de la mezcla, mediante una selección adecuada de las materias primas cuando se requiera la coloración o decoloración del vidrio o cuando se confieran características específicas al mismo	Las técnicas son de aplicación general.
iii. Lavado en seco o semiseco, en combinación con un sistema de filtrado	

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.5.

Tabla 43

NEA-MTD para las emisiones de metales del horno de fusión en el sector de vidrios especiales

Parámetro	NEA-MTD ⁽¹⁾ ⁽²⁾	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidrio fundido ⁽³⁾
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	< 0,1-1	< $0,3-3 \times 10^{-3}$
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	< 1-5	< $3-15 \times 10^{-3}$

⁽¹⁾ Los niveles se refieren a la suma de los metales presentes en los gases de salida, en la fase tanto sólida como gaseosa.

⁽²⁾ Los niveles inferiores son los NEA-MTD cuando no se utilizan compuestos metálicos intencionadamente en la formulación de la mezcla.

⁽³⁾ Se ha aplicado un factor de conversión de $2,5 \times 10^{-3}$ (véase la tabla 2); algunos valores de la tabla podrían ser aproximados. Puede ser necesario aplicar un factor de conversión específico para cada caso, en función del tipo de producción.

1.6.6. Emisiones de procesos de acabado

54. En los procesos de acabado que generen polvo, la MTD consiste en reducir las emisiones de partículas y metales aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Realización de operaciones que generen partículas (por ejemplo, corte, triturado, pulido) con aplicación de líquido	Las técnicas son de aplicación general.
ii. Aplicación de un sistema de filtro de mangas	

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.8.

Tabla 44

NEA-MTD para las emisiones de partículas y metales de los procesos posteriores en el sector de vidrios especiales, cuando se tratan por separado

Parámetro	NEA-MTD
	mg/Nm ³
Partículas	1-10
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VII}) ⁽¹⁾	< 1
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn) ⁽¹⁾	< 1-5

(1) Los niveles se refieren a la suma de los metales presentes en los gases residuales.

55. En el caso de los procesos de pulido al ácido, la MTD consiste en reducir las emisiones de HF aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Descripción
i. Minimización de las pérdidas de producto del pulido garantizado un buen sellado del sistema de aplicación	Las técnicas son de aplicación general.
ii. Aplicación de una técnica secundaria, por ejemplo lavado húmedo	

(1) Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.6.

Tabla 45

NEA-MTD para las emisiones de HF de los procesos de pulido ácido en el sector de vidrios especiales, cuando se tratan por separado

Parámetro	NEA-MTD
	mg/Nm ³
Fluoruro de hidrógeno, expresado como HF	< 5

1.7. Conclusiones sobre las MTD en la fabricación de lana mineral

Salvo que se indique expresamente lo contrario, las conclusiones sobre las MTD presentadas en este apartado pueden aplicarse a todas las instalaciones de fabricación de lana mineral.

1.7.1. Emisiones de partículas de los hornos de fusión

56. La MTD consiste en reducir las emisiones de partículas de los gases residuales del horno de fusión aplicando un sistema de precipitador electrostático o de filtro de mangas

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
Sistema de filtrado: precipitador electrostático o filtro de mangas	La técnica es de aplicación general. Los precipitadores electrostáticos no se pueden aplicar en los hornos de cubilote para la producción de lana de roca debido al riesgo de explosión por la ignición del monóxido de carbono producido dentro del horno.

(1) Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.1.

Tabla 46

NEA-MTD para las emisiones de partículas del horno de fusión en el sector de la lana mineral

Parámetro	NEA-MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidrio fundido ⁽¹⁾
Partículas	< 10-20	< 0,02-0,050

(1) Se han utilizado unos factores de conversión de 2×10^{-3} y $2,5 \times 10^{-3}$ para determinar el nivel máximo y mínimo del rango de NEA-MTD (véase la tabla 2), con el objeto de abarcar la producción tanto de lana de vidrio como de lana de roca.

1.7.2. Óxidos de nitrógeno (NO_x) de los hornos de fusión

57. La MTD consiste en reducir las emisiones de NO_x del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica (1)	Aplicabilidad
i. Modificaciones de la combustión	
a) Reducción de la relación aire/combustible	Aplicable a hornos de combustible-aire convencionales. Se aprovechan todos sus beneficios con una reconstrucción tanto normal como completa del horno, si se combinan con una geometría y diseño óptimos del horno.
b) Temperatura del aire de combustión reducida	Aplicable únicamente bajo circunstancias específicas de la instalación debido a una menor eficiencia del horno y a un mayor consumo de combustible (es decir, utilización de hornos de recuperación en lugar de hornos regenerativos).
c) Combustión por fases: — Introducción del aire por fases — Introducción del combustible por fases	La introducción del combustible por fases se aplica a la mayoría de hornos de combustible-aire convencionales. La introducción del aire por fases tiene una aplicabilidad muy limitada debido a la complejidad técnica.
d) Recirculación de los gases de salida	La aplicabilidad de esta técnica se limita a la utilización de quemadores especiales con recirculación automática de los gases residuales.
e) Quemadores de bajo NO _x	La técnica es de aplicación general. Los beneficios ambientales suelen ser menores en las aplicaciones en hornos de gas de llama transversal debido a las limitaciones técnicas y a que el grado de flexibilidad del horno es menor. Se aprovechan todas sus ventajas con una reconstrucción tanto normal como completa del horno, si se combinan con una geometría y diseño óptimos del horno.
f) Elección del combustible	La aplicabilidad está limitada por las restricciones asociadas a la disponibilidad de los diversos tipos de combustible, que puede estar afectada por la política energética de cada Estado miembro.
ii. Fusión eléctrica	No es aplicable a la producción de vidrio en grandes volúmenes (> 300 toneladas/día). No es aplicable a la producción que exija grandes variaciones del ritmo de producción Su aplicación exige una reconstrucción completa del horno.
iii. Fusión con oxicomustión	Los máximos beneficios ambientales se consiguen cuando se aplica durante una reconstrucción completa del horno.

(1) Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.2.

Tabla 47

NEA-MTD para las emisiones de NO_x del horno de fusión en el sector de la lana mineral

Parámetro	Producto	Técnica de fusión	NEA-MTD	
			mg/Nm ³	kg/tonelada vidrio fundido (1)
NO _x expresados como NO ₂	Lana de vidrio	Hornos eléctricos y de combustible/aire	< 200-500	< 0,4-1,0
		Fusión con oxígeno-gas combustible (2)	No procede	< 0,5
	Lana de roca	Todos los tipos de hornos	< 400-500	< 1,0-1,25

(1) Se ha aplicado un factor de conversión de 2×10^{-3} para la lana de vidrio y de $2,5 \times 10^{-3}$ para la lana de roca (véase la tabla 2).

(2) Los niveles que se pueden alcanzar dependen de la calidad del gas natural y del oxígeno disponibles (contenido de nitrógeno).

58. Si se utilizan nitratos en la formulación de la mezcla para la producción de lana de vidrio, la MTD consiste en reducir las emisiones de NO_x aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Minimización de la utilización de nitratos en la formulación de la mezcla. Se aplican nitratos como agentes oxidantes en la formulación de mezclas con altos niveles de casco de vidrio externo para compensar la presencia de material orgánico en el casco de vidrio.	La técnica es de aplicación general, respetando las restricciones de los requisitos de calidad del producto final.
ii. Fusión eléctrica	La técnica es de aplicación general. La aplicación de la fusión eléctrica exige una reconstrucción completa del horno.
iii. Fusión con oxicomcombustión	La técnica es de aplicación general. Los máximos beneficios ambientales se consiguen cuando se aplica durante una reconstrucción completa del horno.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.2.

Tabla 48

NEA-MTD para las emisiones de NO_x del horno de fusión en la producción de lana de vidrio cuando se utilizan nitratos en la formulación de la mezcla

Parámetro	MTD	NEA-MTD	
		mg/Nm ³	kg/tonelada de vidrio fundido ⁽¹⁾
NO _x expresados como NO ₂	Minimización del aporte de nitratos a la formulación de la mezcla, en combinación con técnicas primarias	< 500-700	< 1,0-1,4 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Se ha aplicado un factor de conversión de 2×10^{-3} (véase la tabla 2).

⁽²⁾ Los niveles inferiores de los rangos se asocian a la aplicación de fusión con oxicomcombustión.

1.7.3. Óxidos de azufre (SO_x) de los hornos de fusión

59. La MTD consiste en reducir las emisiones de SO_x del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Minimización del contenido de azufre en la formulación de la mezcla y optimización del balance de azufre	En la producción de lana de vidrio, la técnica es de aplicación general respetando las restricciones de disponibilidad de las materias primas con bajo contenido de azufre, en particular de casco de vidrio externo. Unos niveles elevados de casco de vidrio externo en la formulación de la mezcla limitan la posibilidad de optimizar el balance de azufre debido a un contenido de azufre variable. En la producción de lana de roca, la optimización del balance de azufre puede exigir un método de compensación entre la supresión de las emisiones de SO _x de los gases de salida y la gestión de los residuos sólidos, derivados del tratamiento de los gases de salida (polvo del filtro) o el proceso de desfibrado, que pueden reciclarse en la formulación de la mezcla (briquetas de cemento) o bien tener que eliminarse.
ii. Utilización de combustibles con bajo contenido de azufre	La aplicabilidad puede estar limitada por las restricciones asociadas a la disponibilidad de combustibles con bajo contenido de azufre, que puede estar afectada por la política energética del Estado miembro.
iii. Lavado en seco o semiseco, en combinación con un sistema de filtrado	Los precipitadores electrostáticos no pueden utilizarse en los hornos de cubilote para la producción de lana de roca (véase la MTD 56).
iv. Utilización de lavado húmedo	La técnica es de aplicación general, respetando las restricciones técnicas, como la necesidad de una planta de tratamiento de aguas residuales específica.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en los apartados 1.10.3 y 1.10.6.

Tabla 49

NEA-MTD para las emisiones de SO_x del horno de fusión en el sector de la lana mineral

Parámetro	Producto/condiciones	NEA-MTD	
		mg/Nm ³	kg/tonelada vidrio fundido ⁽¹⁾
SO _x expresados como SO ₂	Lana de vidrio		
	Hornos eléctricos y de gas ⁽²⁾	< 50-150	< 0,1-0,3
	Lana de roca		
	Hornos eléctricos y de gas	< 350	< 0,9
	Hornos de cubilote, sin briquetas ni reciclado de escorias ⁽³⁾	< 400	< 1,0
	Hornos de cubilote, con briquetas de cemento o reciclado de escorias ⁽⁴⁾	< 1 400	< 3,5

⁽¹⁾ Se ha aplicado un factor de conversión de 2×10^{-3} para la lana de vidrio y de $2,5 \times 10^{-3}$ para la lana de roca (véase la tabla 2).

⁽²⁾ Los niveles inferiores de los rangos se asocian a la utilización de la fusión eléctrica. Los niveles más elevados se asocian a altos niveles de reciclado de casco de vidrio.

⁽³⁾ El NEA-MTD se asocia a unas condiciones en que la reducción de las emisiones de SO_x tiene mayor prioridad que una menor producción de residuos sólidos.

⁽⁴⁾ Cuando la reducción de los residuos tenga más prioridad que las emisiones de SO_x, pueden preverse unos valores de emisiones más elevados. Los niveles que pueden alcanzarse deberán basarse en un balance de azufre.

1.7.4. Cloruro de hidrógeno (HCl) y fluoruro de hidrógeno (HF) de hornos de fusión

60. La MTD consiste en reducir las emisiones de HCl y HF del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Descripción
i. Selección de materias primas para la formulación de la mezcla con un bajo contenido de cloro y flúor	La técnica es de aplicación general, respetando las restricciones de la formulación de la mezcla y la disponibilidad de materias primas.
ii. Lavado en seco o semiseco, en combinación con un sistema de filtrado	Los precipitadores electrostáticos no pueden utilizarse en los hornos de cubilote para la producción de lana de roca (véase la MTD 56).

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.4.

Tabla 50

NEA-MTD para las emisiones de HCl y HF del horno de fusión en el sector de la lana mineral

Parámetro	Producto	NEA-MTD	
		mg/Nm ³	kg/tonelada vidrio fundido ⁽¹⁾
Cloruro de hidrógeno, expresado como HCl	Lana de vidrio	< 5-10	< 0,01-0,02
	Lana de roca	< 10-30	< 0,025-0,075
Fluoruro de hidrógeno, expresado como HF	Todos los productos	< 1-5	< 0,002-0,013 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Se ha aplicado un factor de conversión de 2×10^{-3} para la lana de vidrio y de $2,5 \times 10^{-3}$ para la lana de roca (véase la tabla 2).

⁽²⁾ Se han utilizado los factores de conversión de 2×10^{-3} y $2,5 \times 10^{-3}$ para determinar los valores máximo y mínimo del rango de NEA-MTD (véase la tabla 2).

1.7.5. Sulfuro de hidrógeno (H₂S) de los hornos de fusión de lana de roca

61. La MTD consiste en reducir las emisiones de H₂S del horno de fusión aplicando un sistema de incineración de los gases residuales para oxidar el sulfuro de hidrógeno a SO₂

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
Sistema de incineración de gases residuales	La técnica se aplica en general a los hornos de cubilote de lana de roca.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de la técnica en el apartado 1.10.9.

Tabla 51

NEA-MTD para las emisiones de H₂S del horno de fusión en la producción de lana de roca

Parámetro	NEA-MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada vidrio fundido ⁽¹⁾
Sulfuro de hidrógeno, expresado como H ₂ S	< 2	< 0,005

⁽¹⁾ Se ha aplicado un factor de conversión de $2,5 \times 10^{-3}$ para la lana de roca (véase la tabla 2).

1.7.6. Metales de los hornos de fusión

62. La MTD consiste en reducir las emisiones de metales del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Selección de materias primas para la formulación de la mezcla con un bajo contenido de metales	La técnica es de aplicación general, respetando las restricciones de disponibilidad de materias primas. En la producción de lana de vidrio, la utilización de manganeso como agente oxidante en la formulación de la mezcla depende de la cantidad y la calidad del casco de vidrio externo utilizado en la formulación de la mezcla y podrá minimizarse en consonancia.
ii. Aplicación de un sistema de filtrado	Los precipitadores electrostáticos no pueden utilizarse en los hornos de cubilote para la producción de lana de roca (véase la MTD 56).

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.5.

Tabla 52

NEA-MTD para las emisiones de metales del horno de fusión en el sector de la lana mineral

Parámetro	NEA-MTD ⁽¹⁾	
	mg/Nm ³	kg/tonelada vidrio fundido ⁽²⁾
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	< 0,2-1 ⁽³⁾	< 0,4-2,5 $\times 10^{-3}$
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	< 1-2 ⁽³⁾	< 2-5 $\times 10^{-3}$

⁽¹⁾ Los rangos se refieren a la suma de los metales presentes en los gases de salida, tanto en la fase sólida como en la gaseosa.

⁽²⁾ Se han utilizado los factores de conversión de 2×10^{-3} y $2,5 \times 10^{-3}$ para determinar los valores máximo y mínimo del rango de NEA-MTD (véase la tabla 2).

⁽³⁾ Los niveles más elevados se asocian a la utilización de hornos de cubilote para la producción de lana de roca.

1.7.7. Emisiones de procesos de acabado

63. La MTD consiste en reducir las emisiones de los procesos de acabado aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
<p>i. Ciclones y chorros de impacto</p> <p>La técnica se basa en la eliminación de partículas y gotas de gases residuales mediante el impacto/choque de flujos, así como de las sustancias gaseosas mediante la absorción parcial con agua. Para los chorros de impacto normalmente se utiliza agua del proceso. El agua del proceso de reciclado se filtra antes de volver a aplicarla.</p>	<p>La técnica es de aplicación general en el sector de la lana mineral, en particular en los procesos de lana de vidrio para el tratamiento de las emisiones de la zona de formación (recubrimiento de las fibras).</p> <p>Aplicabilidad limitada en los procesos de lana de roca, dado que podría perjudicar a otras técnicas de eliminación utilizadas.</p>
<p>ii. Lavadores húmedos</p>	<p>La técnica es de aplicación general para el tratamiento de gases residuales del proceso de formación (recubrimiento de las fibras) o para los gases residuales combinados (formación más curado).</p>
<p>iii. Precipitadores electrostáticos húmedos</p>	<p>La técnica es de aplicación general para el tratamiento de gases residuales del proceso de formación (recubrimiento de las fibras), de los hornos de curado o para los gases residuales combinados (formación más curado).</p>
<p>iv. Filtros de lana de roca</p> <p>Consisten en una estructura de hormigón o acero en la que se montan las hojas de lana de roca y actúa como un medio de filtrado. El medio de filtrado debe limpiarse o cambiarse periódicamente. Este filtro es adecuado para gases residuales con un alto contenido de humedad y partículas de carácter adhesivo.</p>	<p>La aplicabilidad está limitada principalmente a los procesos de lana de roca para los gases residuales de la zona de formación o de los hornos de curado</p>
<p>v. Incineración de gases residuales</p>	<p>La técnica es de aplicación general para el tratamiento de los gases residuales de los hornos de curado, en particular para los procesos de lana de roca.</p> <p>La aplicación a los gases residuales combinados (formación más curado) no resulta económicamente viable debido al elevado volumen, la baja concentración y la baja temperatura de los gases residuales.</p>

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en los apartados 1.10.7 y 1.10.9.

Tabla 53

NEA-MTD para las emisiones atmosféricas de los procesos de acabado del sector de la lana mineral, cuando se tratan por separado

Parámetro	NEA-MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada producto acabado
<i>Zona de formación. Emisiones combinadas de la formación y el curado. Emisiones combinadas de la formación, el curado y la refrigeración</i>		
Total de partículas	< 20-50	—
Fenol	< 5-10	—
Formaldehído	< 2-5	—
Amoníaco	30-60	—

Parámetro	NEA-MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada producto acabado
Aminas	< 3	—
Total de compuestos orgánicos volátiles, expresados como C	10-30	—
Emisiones de hornos de curado ⁽¹⁾ ⁽²⁾		
Total de partículas	< 5-30	< 0,2
Fenol	< 2-5	< 0,03
Formaldehído	< 2-5	< 0,03
Amoníaco	< 20-60	< 0,4
Aminas	< 2	< 0,01
Total de compuestos orgánicos volátiles, expresados como C	< 10	< 0,065
NO _x , expresados como NO ₂	< 100-200	< 1

⁽¹⁾ Los niveles de emisiones expresados en kg/tonelada de producto acabado no se ven afectados por el grosor del fieltro de lana mineral producido, ni por la dilución o concentración extremas de los gases de salida. Se ha utilizado un factor de conversión de $6,5 \times 10^{-3}$.

⁽²⁾ Si se producen lanas minerales con alta densidad o alto contenido de aglomerante, los niveles de emisiones asociados a las técnicas enumeradas como MTD en el sector podrían ser considerablemente superiores a estos NEA-MTD. Si estos tipos de productos constituyen la mayor parte de la producción en unas instalaciones determinadas, deberán tenerse en cuenta otras técnicas.

1.8. Conclusiones sobre las MTD en la fabricación de lanas de aislamiento de alta temperatura (HTIW)

Salvo que se indique expresamente lo contrario, las conclusiones sobre las MTD presentadas en este apartado pueden aplicarse a todas las instalaciones de fabricación de lanas de aislamiento de alta temperatura.

1.8.1. Emisiones de partículas de la fusión y de los procesos posteriores

64. La MTD consiste en reducir las emisiones de partículas de los gases residuales del horno de fusión aplicando un sistema de filtrado.

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
El sistema de filtrado suele consistir en un filtro de mangas.	La técnica es de aplicación general.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de la técnica en el apartado 1.10.1.

Tabla 54

NEA-MTD para las emisiones de partículas del horno de fusión en el sector de las lanas de aislamiento de alta temperatura

Parámetro	MTD	NEA-MTD
		mg/Nm ³
Partículas	Limpieza de los gases de salida mediante sistemas de filtrado	< 5-20 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Los valores se asocian a la utilización de un sistema de filtro de mangas.

65. En el caso de los procesos de acabado que generen partículas, la MTD consiste en reducir las emisiones aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
<p>i. Minimización de las pérdidas de producto garantizado un sellado óptimo de la línea de producción, cuando sea viable técnicamente.</p> <p>Las fuentes potenciales de emisiones de fibras y partículas son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> — desfibrado y recogida — formación de fieltros (formación de agujas) — quema del lubricante — corte, recorte y envasado del producto acabado. <p>Una construcción, sellado y mantenimiento óptimos del sistema de procesamiento de acabados son esenciales para reducir al mínimo las pérdidas de producto en el aire.</p>	Las técnicas son de aplicación general.
<p>ii. Corte, recorte y envasado al vacío, aplicando un sistema de extracción eficaz junto con un filtro de tela.</p> <p>En la estación de trabajo (por ejemplo, la cortadora, las cajas de cartón de empaquetado) se aplica presión negativa para extraer las partículas y fibras liberadas y recogerlas en un filtro de tela.</p>	
<p>iii. Aplicación de un sistema de filtro de tela ⁽¹⁾.</p> <p>Los gases residuales de las operaciones de acabado (por ejemplo, desfibrado, formación de fieltro, quema del lubricante) se transportan a un sistema de tratamiento formado por un filtro de mangas.</p>	

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de la técnica en el apartado 1.10.1.

Tabla 55

NEA-MTD para los procesos de acabado que generan partículas en el sector de las lanas de aislamiento de alta temperatura, cuando se tratan por separado

Parámetro	NEA-MTD
	mg/Nm ³
Partículas ⁽¹⁾	1-5

⁽¹⁾ El nivel inferior del rango se asocia a emisiones de lana de vidrio de silicato de aluminio/fibras cerámicas refractarias (ASW/RCF).

1.8.2. Óxidos de nitrógeno (NO_x) de los hornos de fusión y de los procesos de acabado

66. La MTD consiste en reducir las emisiones de NO_x del horno de quema de lubricante aplicando modificaciones o medidas de control de la combustión

Técnica	Aplicabilidad
<p>Modificaciones o medidas de control de la combustión.</p> <p>Entre las técnicas de reducción de la formación de emisiones térmicas de NO_x se incluye el control de los parámetros de combustión principales:</p> <ul style="list-style-type: none"> — relación aire/combustible (contenido de oxígeno en la zona de reacción) — temperatura de la llama — tiempo de permanencia en la zona de alta temperatura. <p>Un control óptimo de la combustión consiste en la generación de las condiciones que resulten menos favorables para la formación de NO_x.</p>	La técnica es de aplicación general

Tabla 56

NEA-MTD para los NO_x del horno de quema del lubricante en el sector de las lanas de aislamiento de alta temperatura

Parámetro	MTD	NEA-MTD
		mg/Nm ³
NO _x expresados como NO ₂	Modificaciones o medidas de control de la combustión	100-200

1.8.3. Óxidos de azufre (SO_x) de los hornos de fusión y de los procesos de acabado

67. La MTD consiste en reducir las emisiones de SO_x de los hornos de fusión y de los procesos de acabado aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Selección de materias primas para la formulación de la mezcla con un bajo contenido de azufre	La técnica es de aplicación general, respetando las restricciones de disponibilidad de materias primas.
ii. Utilización de combustible con bajo contenido de azufre	La aplicabilidad puede estar limitada por las restricciones asociadas a la disponibilidad de combustibles con bajo contenido de azufre, que puede estar afectada por la política energética del Estado miembro.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de la técnica en el apartado 1.10.3.

Tabla 57

NEA-MTD para las emisiones de SO_x de los hornos de fusión y de los procesos de acabado en el sector de las lanas de aislamiento de alta temperatura

Parámetro	MTD	NEA-MTD
		mg/Nm ³
SO _x expresados como SO ₂	Técnicas primarias	< 50

1.8.4. Cloruro de hidrógeno (HCl) y fluoruro de hidrógeno (HF) de hornos de fusión

68. La MTD consiste en reducir las emisiones de HCl y HF del horno de fusión mediante la selección de materias primas para la formulación de la mezcla con un bajo contenido de cloro y flúor

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
Selección de materias primas para la formulación de la mezcla con un bajo contenido de azufre	La técnica es de aplicación general.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de la técnica en el apartado 1.10.4.

Tabla 58

NEA-MTD para las emisiones de HCl y HF del horno de fusión en el sector de de las lanas de aislamiento de alta temperatura

Parámetro	NEA-MTD
	mg/Nm ³
Cloruro de hidrógeno, expresado como HCl	< 10
Fluoruro de hidrógeno, expresado como HF	< 5

1.8.5. Metales de los hornos de fusión y de los procesos de acabado

69. La MTD consiste en reducir las emisiones de metales del horno de fusión o de los procesos de acabado aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Selección de materias primas para la formulación de la mezcla con un bajo contenido de metales	Las técnicas son de aplicación general.
ii. Aplicación de un sistema de filtrado	

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de la técnica en el apartado 1.10.5.

Tabla 59

NEA-MTD para las emisiones de metal del horno de fusión o de los procesos de acabado en el sector de las lanas de aislamiento de alta temperatura

Parámetro	NEA-MTD ⁽¹⁾
	mg/Nm ³
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	< 1
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	< 5

⁽¹⁾ Los niveles se refieren a la suma de los metales presentes en los gases de salida, en la fase tanto sólida como gaseosa.

1.8.6. Compuestos orgánicos volátiles de los procesos de acabado

70. La MTD consiste en reducir las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) del horno de quema del lubricante aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Control de la combustión, incluyendo la supervisión de las emisiones asociadas de CO. La técnica consiste en controlar los parámetros de combustión (por ejemplo, el contenido de oxígeno en la zona de reacción, la temperatura de la llama) para garantizar una combustión total de los compuestos orgánicos (por ejemplo, polietilenglicol) en los gases residuales. La supervisión de las emisiones de monóxido de carbono permite controlar la presencia de materiales orgánicos que no se han sometido a combustión.	La técnica es de aplicación general. La viabilidad económica puede limitar la aplicabilidad de estas técnicas debido a los bajos volúmenes de gases residuales y bajas concentraciones de compuestos orgánicos volátiles.
ii. Incineración de gases residuales	
iii. Lavadores húmedos	

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en los apartados 1.10.6 y 1.10.9.

Tabla 60

NEA-MTD para las emisiones de COV del horno de quema del lubricante en el sector de las lanas de aislamiento de alta temperatura, cuando se tratan por separado

Parámetro	MTD	NEA-MTD
		mg/Nm ³
Compuestos orgánicos volátiles, expresados como C	Técnicas primarias o secundarias	10-20

1.9. Conclusiones sobre las MTD en la fabricación de fritas

Salvo que se indique expresamente lo contrario, las conclusiones sobre las MTD presentadas en este apartado pueden aplicarse a todas las instalaciones de fabricación de fritas.

1.9.1. Emisiones de partículas de los hornos de fusión

71. La MTD consiste en reducir las emisiones de partículas de los gases residuales del horno de fusión aplicando un sistema de precipitador electrostático o de filtro de mangas.

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
Sistema de filtrado: precipitador electrostático o filtro de mangas	La técnica es de aplicación general.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de la técnica en el apartado 1.10.1.

Tabla 61

NEA-MTD para las emisiones de partículas del horno de fusión en el sector de las fritas

Parámetro	NEA-MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidrio fundido ⁽¹⁾
Partículas	< 10-20	< 0,05-0,15

⁽¹⁾ Se han utilizado unos factores de conversión de 5×10^{-3} y $7,5 \times 10^{-3}$ para determinar los niveles máximo y mínimo del rango de los NEA-MTD (véase la tabla 2). No obstante, puede ser necesario aplicar un factor de conversión específico para cada caso, en función del tipo de combustión.

1.9.2. Óxidos de nitrógeno (NO_x) de los hornos de fusión

72. La MTD consiste en reducir las emisiones de NO_x del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Reducción al mínimo de la utilización de nitratos en la formulación de la mezcla. En la producción de fritas, los nitratos se utilizan en la formulación de las mezclas de numerosos productos para obtener las características necesarias.	La sustitución de los nitratos en la formulación de la mezcla puede estar limitada por el elevado coste o el impacto ambiental de los materiales alternativos o por los requisitos de calidad del producto final.
ii. Reducción del aire parasitario que entra en el horno. La técnica consiste en evitar la entrada de aire en el horno, sellando los bloques de quemadores, el alimentador de material de la mezcla y otros orificios del horno de fusión.	La técnica es de aplicación general.
iii. Modificaciones de la combustión	
a) Reducción de la relación aire/combustible	Aplicable a hornos de combustible-aire convencionales. Se aprovechan todos sus beneficios con una reconstrucción tanto normal como completa del horno, si se combinan con una geometría y diseño óptimos del horno.
b) Temperatura del aire de combustión reducida	Aplicable únicamente de acuerdo con condiciones específicas de las instalaciones, debido a una menor eficiencia del horno y un mayor consumo de combustible.
c) Combustión por fases: — Introducción del aire por fases — Introducción del combustible por fases	La introducción del combustible por fases se aplica a la mayoría de hornos de combustible-aire convencionales. La introducción del aire por fases tiene una aplicabilidad muy limitada debido a su complejidad técnica.

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
d) Recirculación de los gases de salida	La aplicabilidad de esta técnica se limita a la utilización de quemadores especiales con recirculación automática de los gases residuales.
e) Quemadores de bajo NO _x	La técnica es de aplicación general. Se aprovechan todos sus beneficios con una reconstrucción tanto normal como completa del horno, si se combinan con una geometría y diseño óptimos del horno.
f) Elección del combustible	La aplicabilidad está limitada por las restricciones asociadas a la disponibilidad de los diversos tipos de combustible, que puede estar afectada por la política energética de cada Estado miembro.
iv. Fusión con oxicomustión	Los máximos beneficios ambientales se consiguen cuando se aplica durante una reconstrucción completa del horno.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de la técnica en el apartado 1.10.2.

Tabla 62

NEA-MTD para las emisiones de NO_x del horno de fusión en el sector del vidrio de frita

Parámetro	MTD	Condiciones operativas	NEA-MTD ⁽¹⁾	
			mg/Nm ³	kg/tonelada vidrio fundido ⁽²⁾
NO _x expresados como NO ₂	Técnicas primarias	Calentamiento con oxicomustión, sin nitratos ⁽³⁾	No procede.	< 2,5-5
		Calentamiento con oxicomustión, con utilización de nitratos	No procede.	5-10
		Combustión de aire/combustible, combustión de aire enriquecido con oxígeno/combustible, sin nitratos	500-1 000	2,5-7,5
		Combustión de aire/combustible, combustión de aire enriquecido con oxígeno/combustible, con utilización de nitratos	< 1 600	< 12

⁽¹⁾ Los rangos tienen en cuenta la combinación de los gases de salida de los hornos, aplicando diferentes técnicas de fusión y produciendo diversos tipos de frita, con o sin nitratos en las formulaciones de mezcla, que pueden canalizarse a una única chimenea, excluyendo la posibilidad de conferir características especiales a cada técnica de fusión empleada y a los diferentes productos.

⁽²⁾ Se han utilizado los factores de conversión de 5×10^{-3} y $7,5 \times 10^{-3}$ para determinar los valores mínimo y máximo del rango. No obstante, puede ser necesario aplicar un factor de conversión específico para cada caso, en función del tipo de combustión (véase la tabla 2).

⁽³⁾ Los niveles que se pueden alcanzar dependen de la calidad del gas natural y del oxígeno disponibles (contenido de nitrógeno).

1.9.3. Óxidos de azufre (SO_x) de los hornos de fusión

73. La MTD consiste en controlar las emisiones de SO_x del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Selección de materias primas para la formulación de la mezcla con un bajo contenido de azufre	La técnica es de aplicación general, respetando las restricciones de disponibilidad de materias primas.
ii. Lavado en seco o semiseco, en combinación con un sistema de filtrado	La técnica es de aplicación general.
iii. Utilización de combustibles con bajo contenido de azufre	La aplicabilidad puede estar limitada por las restricciones asociadas a la disponibilidad de combustibles con bajo contenido de azufre, que puede estar afectada por la política energética del Estado miembro.

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.3.

Tabla 63

NEA-MTD para las emisiones de SO_x del horno de fusión en el sector de las fritas

Parámetro	NEA-MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidrio fundido (1)
SO _x , expresados como SO ₂	< 50-200	< 0,25-1,5

(1) Se han utilizado los factores de conversión de 5×10^{-3} y $7,5 \times 10^{-3}$; no obstante, los valores indicados en la tabla podrían ser aproximados. Puede ser necesario aplicar un factor de conversión específico para cada caso, en función del tipo de combustión (véase la tabla 2).

1.9.4. Cloruro de hidrógeno (HCl) y fluoruro de hidrógeno (HF) de hornos de fusión

74. La MTD consiste en reducir las emisiones de HCl y HF del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica (1)	Aplicabilidad
i. Selección de materias primas para la formulación de la mezcla con un bajo contenido de cloro y flúor.	La técnica es de aplicación general, respetando las restricciones de la formulación de la mezcla y la disponibilidad de materias primas.
ii. Minimización de los compuestos de flúor en la formulación de la mezcla, cuando se utilicen para garantizar la calidad del producto final. Los compuestos de flúor se utilizan para conferir características específicas a las fritas (por ejemplo, resistencia térmica y química).	La minimización o la sustitución de los compuestos de flúor por materiales alternativos están limitadas por los requisitos de calidad del producto.
iii. Lavado en seco o semiseco, en combinación con un sistema de filtrado	La técnica es de aplicación general.

(1) Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.4.

Tabla 64

NEA-MTD para las emisiones de HCl y HF del horno de fusión en el sector de las fritas

Parámetro	NEA-MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidrio fundido (1)
Cloruro de hidrógeno, expresado como HCl	< 10	< 0,05
Fluoruro de hidrógeno, expresado como HF	< 5	< 0,03

(1) Se ha utilizado el factor de conversión de 5×10^{-3} , y algunos valores están aproximados. Puede ser necesario aplicar un factor de conversión específico para cada caso, en función del tipo de combustión (véase la tabla 2).

1.9.5. Metales de los hornos de fusión

75. La MTD consiste en reducir las emisiones de metales del horno de fusión aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica (1)	Aplicabilidad
i. Selección de materias primas para la formulación de la mezcla con un bajo contenido de metales	La técnica es de aplicación general, respetando las restricciones del tipo de frita producida en las instalaciones y la disponibilidad de materias primas.

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
ii. Minimización del uso de compuestos metálicos en la formulación de la mezcla, cuando se requiera coloración o conferir otras características específicas a la frita	Las técnicas son de aplicación general.
iii. Lavado en seco o semiseco, en combinación con un sistema de filtrado	

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.5.

Tabla 65

NEA-MTD para las emisiones de metales del horno de fusión en el sector de las fritas

Parámetro	NEA-MTD ⁽¹⁾	
	mg/Nm ³	kg/tonelada vidrio fundido ⁽²⁾
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	< 1	< 7,5 × 10 ⁻³
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	< 5	< 37 × 10 ⁻³

⁽¹⁾ Los niveles se refieren a la suma de los metales presentes en los gases de salida, tanto en la fase sólida como en la gaseosa.

⁽²⁾ Se ha aplicado un factor de conversión de 7,5 × 10⁻³. Puede ser necesario aplicar un factor de conversión específico para cada caso, en función del tipo de combustión (véase la tabla 2).

1.9.6. Emisiones de procesos posteriores

76. En el caso de los procesos posteriores que generen partículas, la MTD consiste en reducir las emisiones aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidad
i. Aplicación de técnicas de molturación húmedas. La técnica consiste en el triturado de la frita hasta obtener la granulometría deseada, con líquido suficiente para formar barbotina. El proceso suele realizarse en trituradores de bolas de alúmina con agua.	Las técnicas son de aplicación general.
ii. Operaciones de molturación en seco y empaquetado de productos en seco, aplicando un sistema de extracción eficaz junto con un filtro de tela. Se aplica presión negativa al equipo de molturado o a la estación de trabajo donde se realice el empaquetado para encauzar las emisiones de partículas a un filtro de tela.	
iii. Aplicación de un sistema de filtrado	

⁽¹⁾ Se incluye una descripción de las técnicas en el apartado 1.10.1.

Tabla 66

NEA-MTD para las emisiones atmosféricas de los procesos posteriores del sector de las fritas, cuando se tratan por separado

Parámetro	NEA-MTD
	mg/Nm ³
Partículas	5-10
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	< 1 ⁽¹⁾
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	< 5 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Los niveles se refieren a la suma de los metales presentes en los gases residuales.

Glosario

1.10. Descripción de las técnicas

1.10.1. Emisiones de partículas

Técnica	Descripción
Precipitador electrostático	Los precipitadores electrostáticos funcionan de tal modo que las partículas se cargan y separan bajo la influencia de un campo eléctrico. Los precipitadores electrostáticos pueden funcionar en condiciones muy diversas.
Filtro de mangas	Los filtros de mangas están fabricados con telas porosas tejidas o afieltradas a través de las cuales se hacen fluir los gases para eliminar las partículas. La utilización de filtros de mangas exige una correcta selección del material de la tela en función de las características de los gases residuales y de la temperatura máxima de operación.
Reducción de los componentes volátiles mediante la modificación de las materias primas	La formulación de las composiciones de las mezclas puede incluir componentes extremadamente volátiles (por ejemplo, compuestos de boro) que podrían minimizarse o sustituirse para reducir las emisiones de partículas que generan, principalmente, los fenómenos de volatilización.
Fusión eléctrica	La técnica consiste en la utilización de un horno de fusión que recibe energía mediante calentamiento por resistencia. En los hornos de bóveda fría (en los que los electrodos suelen introducirse en la parte inferior del horno), la capa de mezcla cubre la superficie del vidrio fundido, reduciendo considerablemente la volatilización de los componentes de la mezcla (es decir, los compuestos de plomo)

1.10.2. Emisiones de NO_x

Técnica	Descripción
Modificaciones de la combustión	
i. Reducción de la relación aire/combustible	La técnica se basa principalmente en los siguientes aspectos: — minimización de las entradas de aire hacia el interior del horno — control exhaustivo del aire utilizado para la combustión — modificación del diseño de la cámara de combustión del horno.
ii. Temperatura del aire de combustión reducida	La utilización de hornos de recuperación en lugar de hornos regenerativos provoca una reducción de la temperatura de precalentamiento del aire y, en consecuencia, una menor temperatura de la llama. No obstante, esto se asocia a una menor eficiencia del horno (menor tirada específica), una menor eficiencia en la utilización del combustible, así como un mayor consumo del mismo, lo cual puede provocar un nivel de emisiones más elevado (kg/tonelada de vidrio).
iii. Combustión por fases	— Introducción del aire por fases-implica la ignición subestequiométrica y la introducción del oxígeno o aire restante en el horno para una combustión completa. — Introducción del combustible por fases-se desarrolla una llama primaria de bajo impulso en el conducto del quemador (10 % de la energía total); una llama secundaria cubre la base de la llama primaria, reduciendo la temperatura del núcleo.
iv. Recirculación de los gases de salida	Implica la reinyección del gas residual desde el horno a la llama para reducir el contenido de oxígeno y, por consiguiente, la temperatura de la llama. La utilización de quemadores especiales se basa en la recirculación interna de los gases de combustión, que enfría la base de las llamas y reduce el contenido de oxígeno en la parte más caliente de las llamas.
v. Quemadores de bajo NO _x	La técnica se basa en los principios de reducción de las temperaturas punta de las llamas, la finalización, aunque retrasada, de la combustión y el aumento de la transferencia térmica (mayor emisividad de la llama). Puede ir asociada a una modificación del diseño de la cámara de combustión del horno.

Técnica	Descripción
vi. Elección del combustible	Por lo general, los hornos alimentados con fuelóleo registran unas emisiones de NO _x inferiores respecto a los hornos de gas debido a una mejor emisividad técnica y a unas temperaturas de las llamas inferiores.
Horno de diseño especial	<p>Horno de recuperación que integra diversas funciones, permitiendo la reducción de las temperaturas de las llamas. Sus principales características son:</p> <ul style="list-style-type: none"> — tipo específico de quemadores (número y colocación) — geometría del horno modificada (altura y tamaño) — precalentamiento de las materias primas en dos fases, en el que los gases residuales pasan por la materia prima que entra en el horno y se utiliza un precalentador del casco de vidrio externo, posterior al recuperador utilizado para el precalentamiento del aire de combustión.
Fusión eléctrica	<p>La técnica consiste en la utilización de un horno de fusión que recibe energía mediante calentamiento por resistencia. Sus principales características son:</p> <ul style="list-style-type: none"> — los electrodos suelen introducirse en la parte inferior del horno (bóveda fría) — en la composición de la mezcla en hornos eléctricos de bóveda fría suelen necesitarse nitratos para obtener las condiciones de oxidación necesarias para un proceso de fabricación estable, seguro y eficiente.
Fusión con oxicomustión	La técnica implica la sustitución del aire de combustión por oxígeno (pureza > 90 %), con la consecuente eliminación/reducción de la formación térmica de NO _x a partir del nitrógeno que entra en el horno. El contenido residual de nitrógeno en el horno depende de la pureza del oxígeno suministrado, de la calidad del combustible (% de N ₂ en el gas natural) y de la posible entrada de aire.
Reducción química por combustible	La técnica se basa en la inyección de combustible fósil en el gas residual con la reducción química de los NO _x a N ₂ mediante una serie de reacciones. En el proceso 3R, el combustible (el gas natural o el fuelóleo) se inyecta en la entrada del regenerador. La tecnología está pensada para ser utilizada en hornos regenerativos.
Reducción catalítica selectiva (SCR)	<p>La técnica se basa en la reducción del NO_x a nitrógeno en una capa catalizadora mediante una reacción con amoníaco (en una solución acuosa general) a una temperatura de operación óptima de alrededor de 300-450 °C.</p> <p>Se pueden aplicar una o dos capas catalizadoras. Se obtiene una mayor reducción de NO_x utilizando una mayor cantidad de catalizador (dos capas).</p>
Reducción no catalítica selectiva (SNCR)	<p>La técnica se basa en la reducción de NO_x a nitrógeno mediante la reacción con amoníaco o urea a altas temperaturas.</p> <p>Deberá mantenerse un margen de temperatura de operación de entre 900 y 1 050 °C.</p>
Reducción al mínimo de la utilización de nitratos en la formulación de la mezcla	<p>La minimización de los nitratos se utiliza para reducir las emisiones de NO_x derivadas de la descomposición de estas materias primas cuando se aplica como agente oxidante para productos de muy alta calidad, en los que se necesita vidrio (transparente) muy incoloro o, en caso de otros vidrios, para proporcionar las características deseadas. Pueden aplicarse las siguientes opciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Reducir la presencia de nitratos en la formulación de la mezcla al mínimo apropiado en función de los requisitos de fusión y del producto. — Sustituir los nitratos por materiales alternativos. Los sulfatos, los óxidos de arsénico o el óxido de cerio son materiales alternativos eficaces. — Aplicación de modificaciones del proceso (por ejemplo, unas condiciones de combustión especiales para la oxidación).

1.10.3. Emisiones de SO_x

Técnica	Descripción
Lavado en seco o semisecco, en combinación con un sistema de filtrado	Se introduce partículas seco o una suspensión/solución de reactivo alcalino y se dispersa en la corriente de gas residual. El material reacciona con los gases azufrados para formar un elemento sólido que deberá eliminarse mediante el filtrado (filtro de mangas o precipitador electrostático). Por lo general, la utilización de una torre de reacción mejora la eficiencia de eliminación del sistema de lavado.
Reducción del contenido de azufre al mínimo en la formulación de la mezcla y optimización del balance de azufre	La minimización del contenido de azufre en la formulación de la mezcla se utiliza para reducir las emisiones de SO _x derivadas de la descomposición de materias primas que contienen azufre (normalmente, sulfatos) y que se utilizan como agentes de afinado. La reducción eficaz de las emisiones de SO _x depende de la retención de los compuestos de azufre en el vidrio, que puede variar considerablemente en función del tipo de vidrio, y de la optimización del balance de azufre.
Utilización de combustibles con bajo contenido de azufre	La utilización de gas natural o de fuelóleo con bajo contenido de azufre sirve para reducir la cantidad de emisiones de SO _x derivadas de la oxidación del azufre presente en el combustible durante la combustión.

1.10.4. Emisiones de HCl, HF

Técnica	Descripción
Selección de materias primas para la formulación de la mezcla con un bajo contenido de cloro y flúor	La técnica consiste en una cuidadosa selección de las materias primas que pueden contener cloro y flúor como impurezas (por ejemplo, carbonato sódico sintético, dolomita, casco de vidrio externo, partículas de filtro reciclado) para reducir, desde la fuente, las emisiones de HCl y HF derivadas de la descomposición de estos materiales durante el proceso de fusión.
Minimización del contenido de flúor o cloro en la formulación de la mezcla y optimización del balance de masas de flúor o cloro	La minimización de las emisiones de flúor o cloro del proceso de fusión se puede lograr minimizando/reduciendo la utilización de dichas sustancias en la formulación de la mezcla al mínimo apropiado para la calidad del producto final. Los compuestos de flúor (por ejemplo, espato flúor, criolita, silicato de flúor) se utilizan para conferir características específicas a los vidrios especiales (por ejemplo, vidrio opaco, vidrio óptico). Los compuestos de cloro pueden utilizarse como agentes de afinado.
Lavado en seco o semisecco, en combinación con un sistema de filtrado	Se introducen partículas seco o una suspensión/solución de reactivo alcalino y se dispersa en la corriente de gas residual. El material reacciona con los cloruros y fluoruros gaseosos para formar un elemento sólido que deberá eliminarse mediante el filtrado (filtro de mangas o precipitador electrostático).

1.10.5. Emisiones de metales

Técnica	Descripción
Selección de materias primas para la formulación de la mezcla con un bajo contenido de metales	La técnica consiste en una cuidadosa selección de los materiales de la mezcla que pueden contener metales como impurezas (por ejemplo, casco de vidrio externo) para reducir, desde la fuente, las emisiones de metales derivadas de la descomposición de estos materiales durante los procesos de fusión.
Minimización de la utilización de compuestos metálicos en la formulación de la mezcla, cuando se requiera la coloración o decoloración del vidrio, en función de los requisitos de calidad del vidrio para consumo	La minimización de las emisiones de metales del proceso de fusión puede conseguirse como se indica a continuación: <ul style="list-style-type: none"> — minimización de la cantidad de compuestos metálicos en la formulación de la mezcla (por ejemplo, compuestos de hierro, cromo, cobalto, cobre, manganeso) en la producción de vidrios de color — minimización de la cantidad de compuestos de selenio y de óxido de cerio, utilizados como agentes de decoloración para la producción de vidrio traslúcido.

Técnica	Descripción
Minimización de la utilización de compuestos de selenio en la formulación de la mezcla mediante una selección adecuada de las materias primas	La minimización de las emisiones de selenio del proceso de fusión puede conseguirse como se indica a continuación: <ul style="list-style-type: none"> — minimización/reducción de la cantidad de selenio en la formulación de la mezcla al mínimo apropiado en función de los requisitos del producto — selección de materias primas de selenio con menor volatilidad, para reducir los fenómenos de volatilización durante el proceso de fusión.
Aplicación de un sistema de filtrado	Los sistemas de eliminación de partículas (filtro de mangas y precipitador electrostático) pueden reducir tanto las emisiones de metales como las de partículas, dado que las emisiones atmosféricas de metales de los procesos de fusión de vidrio suelen presentarse en forma de partículas. No obstante, en el caso de algunos metales que presentan compuestos extremadamente volátiles (por ejemplo, selenio), la eficiencia de la eliminación puede variar considerablemente con la temperatura de filtrado.
Lavado en seco o semiseco, en combinación con un sistema de filtrado	Los metales gaseosos pueden reducirse sustancialmente mediante la utilización de una técnica de lavado en seco o semiseco, con un reactivo alcalino. El reactivo alcalino reacciona con las formas gaseosas para formar un elemento sólido que deberá eliminarse mediante el filtrado (filtro de mangas o precipitador electrostático).

1.10.6. Emisiones gaseosas combinadas (por ejemplo, SO_x, HCl, HF, compuestos de boro)

Lavado húmedo	En el proceso de lavado húmedo, los compuestos gaseosos se disuelven en un líquido adecuado (agua o solución alcalina). En fases posteriores al lavador húmedo, los gases de salida se saturan con agua y es necesario separar las gotas antes de la descarga de los gases de salida. El líquido resultante debe tratarse mediante un proceso de aguas residuales y la materia insoluble deberá recogerse mediante sedimentación o filtrado.
---------------	--

1.10.7. Emisiones combinadas (sólidas + gaseosas)

Técnica	Descripción
Lavado húmedo	En un proceso de lavado húmedo (mediante un líquido adecuado: agua o solución alcalina), puede obtenerse la eliminación simultánea de los compuestos sólidos y gaseosos. Los criterios de diseño para la eliminación de gases o partículas son diferentes; por consiguiente, el diseño debe alcanzar un equilibrio entre ambas opciones. El líquido resultante debe tratarse mediante un proceso de aguas residuales y la materia insoluble (emisiones sólidas y productos de las reacciones químicas) deberá recogerse mediante sedimentación o filtrado. En el sector de la lana mineral y de la fibra de vidrio de filamento continuo, los sistemas más comunes que suelen aplicarse son: <ul style="list-style-type: none"> — conjuntos de lavadores de capa con flujo de chorros de impacto en fases anteriores — lavadores Venturi.
Precipitador electrostático húmedo	La técnica consiste en un precipitador electrostático en el que se elimina de las planchas de los colectores el material recogido, aplicando un líquido adecuado, normalmente agua. Normalmente suele instalarse algún mecanismo para eliminar las gotas de agua antes de la descarga de los gases residuales (separador de partículas o un último campo seco).

1.10.8. Emisiones de las operaciones de corte, triturado y pulido

Técnica	Descripción
Realización de operaciones que generen partículas (por ejemplo, corte, triturado, pulido) con aplicación de líquido	Para las operaciones de corte, triturado y pulido, así como para evitar las emisiones de partículas, suele utilizarse el agua como refrigerante. Puede necesitarse un sistema de extracción con separador de gotas.

Técnica	Descripción
Aplicación de un sistema de filtro de mangas	La utilización de filtros de mangas es adecuada para la reducción tanto de las emisiones de metales como de partículas, dado que los metales de los procesos posteriores suelen presentarse en forma de partículas.
Minimización de las pérdidas de producto del pulido garantizado un buen sellado del sistema de aplicación	El pulido ácido se realiza mediante la inmersión de los artículos de vidrio en un baño de pulido con ácidos fluorhídrico y sulfúrico. La liberación de humos puede minimizarse mediante un diseño y un mantenimiento óptimos del sistema de aplicación para minimizar las pérdidas.
Aplicación de una técnica secundaria, por ejemplo lavado húmedo	El lavado húmedo con agua se utiliza para el tratamiento de gases residuales, debido a la naturaleza ácida de las emisiones y a la alta solubilidad de los contaminantes gaseosos que deben eliminarse.

1.10.9. Emisiones de H₂S, COV

Incineración de gases residuales	<p>La técnica consiste en un sistema de quemador posterior que oxida el sulfuro de hidrógeno (generado por las fuertes condiciones de reducción en el horno de fusión) a dióxido de azufre y el monóxido de carbono a dióxido de carbono.</p> <p>Los compuestos orgánicos volátiles se incineran térmicamente, con la consecuente oxidación a dióxido de carbono, agua y otros productos de combustión (por ejemplo, NO_x, SO_x).</p>
----------------------------------	---

DECISIÓN DE EJECUCIÓN DE LA COMISIÓN

de 28 de febrero de 2012

por la que se establecen las conclusiones sobre las mejores tecnologías disponibles (MTD) en la producción siderúrgica conforme a la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre las emisiones industriales

[notificada con el número C(2012) 903]

(Texto pertinente a efectos del EEE)

(2012/135/UE)

LA COMISIÓN EUROPEA,

Visto el Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea,

Vista la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de noviembre de 2010, sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación) ⁽¹⁾, y, en particular, su artículo 13, apartado 5,

Considerando lo siguiente:

- (1) En el artículo 13, apartado 1, de la Directiva 2010/75/UE se exige a la Comisión que organice un intercambio de información sobre las emisiones industriales entre ella y los Estados miembros, las industrias afectadas y las organizaciones no gubernamentales promotoras de la protección del medio ambiente, a fin de facilitar la elaboración de los documentos de referencia sobre las mejores técnicas disponibles (MTD), que se definen en el artículo 3, punto 11, de dicha Directiva.
- (2) De conformidad con el artículo 13, apartado 2, de la Directiva 2010/75/UE, el intercambio de información debe versar sobre el funcionamiento de las instalaciones y técnicas en lo que se refiere a emisiones expresadas como medias a corto y largo plazo, según proceda, y las condiciones de referencia asociadas, consumo y tipo de materias primas, consumo de agua, uso de energía y generación de residuos, así como a las técnicas usadas, controles asociados, efectos entre distintos medios, viabilidad técnica y económica y evolución registrada, junto con las mejores técnicas disponibles y técnicas emergentes definidas tras considerar los temas mencionados en las letras a) y b) del artículo 13, apartado 2, de dicha Directiva.
- (3) Las «conclusiones sobre las MTD» definidas en el artículo 3, punto 12, de la Directiva 2010/75/UE constituyen el elemento principal de los documentos de referencia MTD y establecen las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles, su descripción, la información para evaluar su aplicabilidad, los niveles de emisión correspondientes a las mejores técnicas disponibles, las monitorizaciones asociadas, los niveles de consumo asociados y, si procede, las medidas de rehabilitación del emplazamiento de que se trate.
- (4) De acuerdo con el artículo 14, apartado 3, de la Directiva 2010/75/UE, las conclusiones sobre las MTD deben constituir la referencia para el establecimiento de las condiciones del permiso en relación con las instalaciones incluidas en el ámbito del capítulo II.
- (5) En el artículo 15, apartado 3, de la Directiva 2010/75/UE se establece que la autoridad competente ha de fijar valores límite de emisión que garanticen que, en condiciones de funcionamiento normal, las emisiones no superan los niveles de emisión asociados a las mejores técnicas disponibles que se establecen en las decisiones relativas a las conclusiones sobre las MTD, contempladas en el artículo 13, apartado 5, de dicha Directiva.
- (6) En el artículo 15, apartado 4, de la Directiva 2010/75/UE se contempla la posibilidad de permitir excepciones a lo dispuesto en el artículo 15, apartado 3, solamente si los costes derivados de la consecución de los niveles de emisión son desproporcionadamente elevados en comparación con el beneficio ambiental, debido a la ubicación geográfica, la situación del entorno local o las características técnicas de la instalación de que se trate.
- (7) En virtud del artículo 16, apartado 1, de la Directiva 2010/75/UE, los requisitos de control incluidos en el permiso como se indica en la letra c) del artículo 14, apartado 1, se deben basar en las conclusiones sobre la monitorización recogidas en las conclusiones sobre las MTD.
- (8) De acuerdo con el artículo 21, apartado 3, de la Directiva 2010/75/UE, en un plazo de cuatro años a partir de la publicación de decisiones relativas a las conclusiones sobre las MTD, la autoridad competente debe revisar y, si fuera necesario, actualizar todas las condiciones del permiso y garantizar que la instalación cumpla dichas condiciones.
- (9) Mediante la Decisión de la Comisión, de 16 de mayo de 2011, por la que se crea un Foro para el intercambio de información en virtud del artículo 13 de la Directiva 2010/75/UE, sobre las emisiones industriales ⁽²⁾, se creaba un Foro compuesto por representantes de los Estados miembros, las industrias interesadas y las organizaciones no gubernamentales promotoras de la protección del medio ambiente.

⁽¹⁾ DO L 334 de 17.12.2010, p. 17.⁽²⁾ DO C 146 de 17.5.2011, p. 3.

- (10) De acuerdo con el artículo 13, apartado 4, de la Directiva 2010/75/UE, la Comisión recibió el 13 de septiembre de 2011 el dictamen ⁽¹⁾ de dicho Foro sobre el contenido propuesto del documento de referencia MTD relativo a la producción siderúrgica, y lo hizo público.
- (11) Las medidas previstas en la presente Decisión se ajustan al dictamen del Comité creado en virtud del artículo 75, apartado 1, de la Directiva 2010/75/UE.

HA ADOPTADO LA PRESENTE DECISIÓN:

Artículo 1

Las conclusiones sobre las MTD en la producción siderúrgica se detallan en el anexo de la presente Decisión.

Artículo 2

Los destinatarios de la presente Decisión serán los Estados miembros.

Hecho en Bruselas, el 28 de febrero de 2012.

Por la Comisión
Janez POTOČNIK
Miembro de la Comisión

⁽¹⁾ http://circa.europa.eu/Public/irc/env/ied/library?l=/ied_art_13_forum/opinions_article.

ANEXO

CONCLUSIONES SOBRE LAS MTD EN LA PRODUCCIÓN SIDERÚRGICA

ÁMBITO DE APLICACIÓN	66
GENERALIDADES	67
DEFINICIONES	67
1.1. Conclusiones sobre las MTD generales	68
1.1.1. Sistemas de gestión ambiental	68
1.1.2. Gestión energética	69
1.1.3. Gestión de materiales	71
1.1.4. Gestión de residuos de proceso y subproductos	72
1.1.5. Emisiones difusas de partículas generadas por el almacenamiento, manipulación y transporte de materias primas y productos (intermedios)	72
1.1.6. Gestión de aguas y aguas residuales	75
1.1.7. Vigilancia	75
1.1.8. Clausura	76
1.1.9. Ruido	77
1.2. Conclusiones sobre las MTD en las plantas de sinterización	77
1.3. Conclusiones sobre las MTD en las plantas de peletización	83
1.4. Conclusiones sobre las MTD en las baterías de coque	85
1.5. Conclusiones sobre las MTD para hornos altos	89
1.6. Conclusiones sobre las MTD en la fabricación de acero y procesos de colada en convertidores básicos de oxígeno	92
1.7. Conclusiones sobre las MTD en la fabricación de acero y procesos de colada en hornos eléctricos de arco	96

ÁMBITO DE APLICACIÓN

En este documento se presentan conclusiones sobre las MTD en las siguientes actividades especificadas en el anexo I de la Directiva 2010/75/UE:

- actividad 1.3: producción de coque
- actividad 2.1: calcinación o sinterización de minerales metálicos incluido el mineral sulfurado
- actividad 2.2: producción de arrabio o de aceros brutos (fusión primaria o secundaria), incluidas las correspondientes instalaciones de colada continua de una capacidad superior a 2,5 toneladas por hora.

En particular, estas conclusiones sobre las MTD se refieren a los siguientes procesos:

- carga, descarga y manipulación de materias primas a granel
- homogeneización y mezcla de materias primas
- sinterización y peletización o nodulación de mineral de hierro
- producción de coque siderúrgico a partir de carbón coquizable
- producción de arrabio líquido en horno alto, incluido el tratamiento de la escoria
- producción y afino de acero en convertidor básico de oxígeno, incluido el proceso previo de desulfuración en cuchara, el proceso metalúrgico posterior en cuchara y el tratamiento de la escoria
- producción de acero en hornos de arco eléctrico, incluido el proceso metalúrgico posterior en cuchara y el tratamiento de la escoria
- colada continua incluyendo semiconformación directa (planchón, banda y colada directa de chapa).

Estas conclusiones no se refieren a las siguientes actividades:

- la producción de cal en hornos de calcinación, que se trata en el BREF de la industria de fabricación de cemento, cal y óxido de magnesio (CLM)
- el tratamiento de partículas para recuperar metales no férricos (por ejemplo, partículas de horno eléctrico de arco) y la producción de ferroaleaciones, que se tratan en el BREF de la industria metalúrgica no férrea (NFM)
- las fábricas de ácido sulfúrico en hornos de coque, que se tratan en el BREF de la industria química inorgánica de gran volumen de producción (amoníaco, ácidos y fertilizantes) (LVIC-AAF).

Otros documentos de referencia que son importantes para las actividades de que tratan las presentes conclusiones son los siguientes:

Textos de referencia	Actividad
BREF de grandes instalaciones de combustión (LCP)	Instalaciones de combustión con una potencia térmica nominal de 50 MW o más
BREF de la industria de transformación de metales férricos (FMP)	Procesos posteriores como laminación, decapado, recubrimiento, etc.
	Colada continua incluyendo semiconformación directa (planchón, banda y colada directa de chapa)

Textos de referencia	Actividad
BREF de emisiones generadas por el almacenamiento (EFS)	Almacenamiento y manipulación
BREF de sistemas de refrigeración industrial (ICS)	Sistemas de refrigeración
Principios generales de vigilancia (MON)	Vigilancia de emisiones y consumos
BREF de eficiencia energética (ENE)	Eficiencia energética en general
Economía y efectos interambientales (ECM)	Economía y efectos interambientales de las técnicas

Las técnicas relacionadas y descritas en estas conclusiones no son prescriptivas ni exhaustivas.

GENERALIDADES

Los niveles de comportamiento medioambiental asociados con las MTD se expresan como bandas, más que como valores únicos. Una banda puede reflejar diferencias dentro de un tipo determinado de instalaciones (p. ej., diferencias en el grado o pureza y calidad del producto final, diferencias de diseño, construcción, tamaño y capacidad de la instalación), que provocan a su vez variaciones en el comportamiento medioambiental observado cuando se aplican las MTD.

EXPRESIÓN DE LOS NIVELES DE EMISIÓN ASOCIADOS A LAS MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES (NEA-MTD)

En estas conclusiones, los NEA-MTD (también conocidos por sus siglas en inglés, BAT-AELs) correspondientes a las emisiones atmosféricas se expresan de las formas siguientes:

- masa de las sustancias emitidas por volumen de gas residual en condiciones normales (273,15 K, 101,3 kPa), después de restar el contenido de vapor de agua, expresada en las unidades g/Nm³, mg/Nm³, µg/Nm³ o ng/Nm³; o bien,
- masa de las sustancias emitidas por unidad de masa de los productos generados o transformados (factores de consumo o emisión), expresada en las unidades kg/t, g/t, mg/t o µg/t;

y los NEA-MTD correspondientes a los vertidos a las aguas se expresan de la forma siguiente:

- masa de las sustancias vertidas por volumen de aguas residuales, expresada en las unidades g/l, mg/l o µg/l.

DEFINICIONES

Para los fines de las presentes conclusiones sobre las MTD, se entenderá por:

- «planta nueva»: una planta que inicie su operación en los terrenos de la instalación tras la publicación de las presentes conclusiones sobre MTD o una planta existente que se sustituye completamente sobre los cimientos de la instalación tras la publicación de las presentes conclusiones
- «planta existente»: una planta que no es nueva
- «NO_x»: la suma de óxido de nitrógeno (NO) y dióxido de nitrógeno (NO₂) expresada como NO₂
- «SO_x»: la suma de dióxido de azufre (SO₂) y trióxido de azufre (SO₃) expresada como SO₂
- «HCl»: todos los cloruros gaseosos expresados como HCl
- «HF»: todos los fluoruros gaseosos expresados como HF

1.1. Conclusiones sobre las MTD generales

Salvo que se indique expresamente lo contrario, ha de entenderse que las conclusiones sobre las MTD que se presentan en este apartado son de aplicación general.

Las MTD relativas a procesos específicos que se indican en los apartados 1.2-1.7 son de aplicación adicional a las MTD generales que se indican en este apartado.

1.1.1. Sistemas de gestión ambiental

1. La MTD consiste en implantar y cumplir un sistema de gestión ambiental (SGA) que incorpore todos los elementos siguientes:

- I. compromiso de los órganos de dirección, incluida la dirección ejecutiva;
- II. definición de una política ambiental que promueva la mejora continua de la instalación por parte de los órganos de dirección;
- III. planificación y establecimiento de los procedimientos y objetivos necesarios, junto con la planificación financiera y la inversión;
- IV. aplicación de los procedimientos con especial atención a:
 - i. la estructura y la responsabilidad
 - ii. la formación, la concienciación y la competencia
 - iii. la comunicación
 - iv. la participación de los empleados
 - v. la documentación
 - vi. el control eficaz de los procesos
 - vii. el programa de mantenimiento
 - viii. la preparación para emergencias y la capacidad de reacción
 - ix. la garantía del cumplimiento de la legislación ambiental;
- V. comprobación del comportamiento y adopción de medidas correctoras, haciendo especial hincapié en lo siguiente:
 - i. el seguimiento y la medición (véase también el documento de referencia sobre los principios generales de vigilancia)
 - ii. las medidas correctivas y preventivas
 - iii. el mantenimiento de registros
 - iv. auditoría independiente (si es posible) interna y externa para determinar si el SGM se ajusta o no a las disposiciones previstas, y se ha aplicado y mantenido correctamente;
- VI. revisión del SGM y su conveniencia, adecuación y eficacia continuas por los órganos de dirección;
- VII. seguimiento del desarrollo de tecnologías más limpias;

VIII. análisis de las repercusiones ambientales que pueden producirse cuando llegue el momento de clausurar la instalación, tanto en la fase de diseño de una planta nueva como durante toda su vida útil;

IX. realización periódica de evaluaciones comparativas sectoriales.

Aplicabilidad

El alcance (p. ej., el grado de detalle) y la naturaleza del SGM (p. ej., normalizado o no) estarán, por lo general, relacionados con la naturaleza, escala y complejidad de la instalación y la variedad de posibles repercusiones ambientales.

1.1.2. Gestión energética

2. La MTD consiste en reducir el consumo de energía térmica aplicando una combinación de las técnicas siguientes:

I. mejora y optimización de los sistemas para conseguir un funcionamiento regular y estable, próximo a los valores de consigna de los parámetros del proceso, mediante:

i. la optimización del control del proceso, con sistemas de control automático por ordenador

ii. modernos sistemas de alimentación por gravedad de combustible sólido

iii. precalentamiento, en la medida de lo posible, teniendo en cuenta la configuración actual del proceso

II. recuperación del calor excedente de los procesos, especialmente de sus zonas de refrigeración

III. optimización de la gestión del calor y del vapor

IV. máxima reutilización posible del calor sensible, integrada en el proceso.

En el contexto de la gestión energética, véase el BREF de eficiencia energética (ENE).

Descripción de la MTD Ii

Los elementos siguientes son importantes para mejorar la eficiencia energética general de las acerías integradas:

- optimización del consumo de energía
- vigilancia en tiempo real de los flujos de energía y procesos de combustión más importantes del emplazamiento, incluida la vigilancia de todas las antorchas de gases con el fin de evitar pérdidas de energía, facilitando el mantenimiento instantáneo y que el proceso productivo discurra de forma ininterrumpida
- herramientas de información y análisis para comprobar el consumo energético medio de cada proceso
- definición y comparación a largo plazo de niveles específicos de consumo energético para procesos importantes
- realización de las auditorías energéticas definidas en el BREF de eficiencia energética, por ejemplo con el fin de detectar oportunidades de ahorro energético rentables o económicamente eficientes.

Descripción de la MTD II - IV

Algunas técnicas integradas en el proceso que se utilizan para aumentar la eficiencia energética de la fabricación de acero mejorando la recuperación de calor son las siguientes:

- cogeneración de energía eléctrica y térmica con recuperación del calor residual por medio de intercambiadores de calor y distribución a otras partes de la acería o a una red de calefacción urbana
- instalación de calderas de vapor o sistemas adecuados en grandes hornos de recalentamiento (estos hornos pueden satisfacer parte de la demanda de vapor)

- precalentamiento del aire de combustión en hornos y otros sistemas quemadores para ahorrar combustible, teniendo en cuenta los efectos adversos (es decir, el incremento de óxidos de nitrógeno en los gases de escape)
- aislamiento de las tuberías de vapor y de las tuberías de agua caliente
- recuperación de calor de los productos, por ejemplo sinterizados
- cuando sea necesario enfriar el acero, utilización de bombas de calor y paneles solares
- utilización de calderas de gases de combustión en hornos de alta temperatura
- evaporación de oxígeno y refrigeración del compresor para intercambiar energía entre los intercambiadores de calor normales
- utilización de turbinas de recuperación del tragante para transformar en energía eléctrica la energía cinética del gas generado por el horno alto.

Aplicabilidad de las MTD II-IV

La cogeneración es aplicable a todas las plantas siderúrgicas cercanas a zonas urbanas con una demanda de calor adecuada. El consumo energético específico dependerá del alcance del proceso, de la calidad del producto y del tipo de instalación (por ejemplo, tratamiento al vacío en el convertidor básico de oxígeno (BOF), temperatura de recocido, espesor de los productos, etc.).

3. La MTD consiste en reducir el consumo de energía primaria mediante la optimización de los flujos de energía y el aumento de la reutilización de los gases extraídos del proceso, como los de baterías de coque, horno alto o convertidor básico de oxígeno.

Descripción

A continuación se indican algunas técnicas integradas en el proceso para mejorar la eficiencia energética de una siderurgia integral aumentando la reutilización de los gases del proceso:

- empleo de gasómetros para todos los subproductos gaseosos u otros sistemas adecuados para su almacenamiento a corto plazo e instalaciones a presión constante.
- incrementar la presión en la red de distribución de gas si hay pérdidas de energía en las antorchas, a fin de utilizar más gases de proceso con el consiguiente incremento de la tasa de utilización
- enriquecimiento del gas con los gases de proceso y diferentes valores caloríficos para diferentes consumidores
- calentamiento de los hornos con gases de proceso
- utilización de un sistema de control del poder calorífico por ordenador
- registro y utilización de las temperaturas de los gases de coquización y de combustión
- dimensionamiento adecuado de la capacidad de las instalaciones de recuperación de energía para los gases de proceso, en especial con respecto a la variabilidad de dichos gases.

Aplicabilidad

El consumo energético específico dependerá del alcance del proceso, de la calidad del producto y del tipo de instalación (por ejemplo, volumen del tratamiento al vacío en el convertidor básico de oxígeno (BOF), temperatura de recocido, espesor de los productos, etc.).

4. La MTD consiste en utilizar gas excedente de baterías de coque desulfurado y filtrado y gas de horno alto y del convertidor básico de oxígeno filtrado (mezclado o separado) en calderas o en plantas de cogeneración para producir vapor, electricidad o calor utilizando el calor residual excedente para redes de calefacción internas o externas, si existe demanda de un tercero.

Aplicabilidad

Dado que la existencia de un tercero dispuesto a cooperar puede estar fuera del control del operador, puede que esté fuera del ámbito de aplicación del permiso.

5. La MTD consiste en minimizar el consumo de energía eléctrica aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

I. sistemas de gestión de energía

II. equipos de molienda, bombeo, ventilación y transporte y otros equipos eléctricos de alta eficiencia energética.

Aplicabilidad

No se pueden utilizar bombas controladas por frecuencia cuando la fiabilidad de las bombas sea esencial para la seguridad del proceso.

1.1.3. Gestión de materiales

6. La MTD consiste en optimizar la gestión y el control de los flujos internos de materiales para evitar la contaminación y el deterioro, asegurar la calidad de los insumos, permitir el reciclado y la reutilización y mejorar la eficiencia del proceso y la optimización de la producción de metal.

Descripción

Almacenar y manipular adecuadamente las materias primas y los residuos de producción puede ayudar a minimizar las emisiones atmosféricas de partículas de los almacenes y de las cintas transportadoras —incluidos los puntos de transferencia— y a evitar la contaminación del suelo, de las aguas subterráneas y de las aguas de escorrentía (véase también la MTD 11).

Una gestión adecuada de las acerías integrales y de los residuos de otras instalaciones y sectores permite aprovecharlos al máximo, interna o externamente, como materias primas (véanse también las MTD 8, 9 y 10).

La gestión de materiales incluye la eliminación controlada de pequeñas fracciones de la cantidad total de los residuos generados por una acería integrada que no tienen aprovechamientos económicos viables.

7. Con el fin de conseguir bajos niveles de emisión de los contaminantes pertinentes, la MTD consiste en seleccionar chatarra de calidad adecuada y otras materias primas. Con respecto a la chatarra, la MTD consiste en realizar una inspección adecuada en busca de contaminantes visibles que puedan contener metales pesados, mercurio en especial, o que puedan dar lugar a la formación de policlorodibenzodioxinas/furanos (PCDD/F) y policlorobifenilos (PCB).

Para aprovechar mejor la chatarra, podrán utilizarse las siguientes técnicas por separado o combinadas:

- especificar en los pedidos de chatarra criterios de aceptación adecuados al perfil de producción
- conocer bien la composición de la chatarra mediante un estrecho control de su origen; en casos excepcionales, un ensayo de fusión podría ayudar a caracterizar la composición de la chatarra
- disponer de instalaciones de recepción adecuadas y comprobar las entregas
- implantar procedimientos para excluir la chatarra inadecuada para la instalación
- almacenar la chatarra con arreglo a distintos criterios (por ejemplo, tamaño, aleaciones o grado de limpieza); almacenar la chatarra que pueda liberar contaminantes al suelo sobre superficies impermeables equipadas con sistemas de desagüe y recogida; utilizar un tejado que pueda reducir la necesidad de un sistema de este tipo
- preparar la carga de chatarra para las diferentes coladas teniendo en cuenta su composición, con el fin de utilizar la chatarra más adecuada para la calidad de acero que se va a producir (esto es esencial, en algunos casos, para evitar la presencia de elementos no deseados y, en otros, para aprovechar elementos de aleación presentes en la chatarra y necesarios para la calidad del acero deseado)
- enviar de forma inmediata toda la chatarra generada internamente al parque de chatarra para su reciclado
- establecer un plan de operación y gestión
- clasificar la chatarra de modo que se reduzca al mínimo el riesgo de que se mezclen contaminantes peligrosos o no férricos, especialmente policlorobifenilos (PCB) y aceite o grasa. Esto suele hacerlo el proveedor de la chatarra, pero el operador debe inspeccionar todas las cargas de chatarra en contenedores sellados por razones de seguridad. Por tanto, al mismo tiempo se puede comprobar, en la medida de lo posible, si hay contaminantes. Puede ser necesario evaluar las pequeñas cantidades de plásticos (por ejemplo, en el caso de componentes recubiertos de plástico)
- control de radiactividad de acuerdo con las recomendaciones del Grupo de Expertos de la Comisión Económica para Europa (CEPE) de las Naciones Unidas

- los chatarreros pueden mejorar el cumplimiento de su obligación de eliminar los componentes que contengan mercurio pertenecientes a vehículos fuera de uso y residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) de la manera siguiente:
 - determinando la ausencia de mercurio en los contratos de compra de chatarra
 - rechazando la chatarra que contenga componentes y conjuntos electrónicos visibles.

Aplicabilidad

La selección y clasificación de la chatarra puede no estar enteramente bajo el control del operador.

1.1.4. Gestión de residuos de proceso y subproductos

8. La MTD para los residuos sólidos consiste en utilizar técnicas integradas y técnicas de operación para que el residuo sea el mínimo posible mediante su utilización interna o mediante la aplicación de procesos de reciclado especiales (interna o externamente).

Descripción

Como técnicas para el reciclado in situ de residuos de alto contenido en hierro, cabe citar algunas especializadas como el horno de cuba OxyCup®, el proceso DK, los procesos de reducción por fusión o la peletización/briquetación en frío, así como técnicas para los residuos de producción mencionados en los apartados 9.2-9.7.

Aplicabilidad

Dado que los procesos mencionados pueden ser realizados por un tercero, el reciclado propiamente dicho puede estar fuera del control del operador de la planta siderúrgica y, por tanto, puede estar fuera del ámbito de aplicación del permiso.

9. La MTD consiste en lograr el máximo aprovechamiento externo o reciclado de los residuos sólidos que no puedan utilizarse o reciclarse de acuerdo con la MTD 8, siempre que sea posible y conforme a la normativa de residuos. La MTD consiste en gestionar de forma controlada los residuos que no puedan evitarse ni reciclarse.

10. La MTD consiste en aplicar las mejores prácticas de operación y mantenimiento a la recogida, manipulación, almacenamiento y transporte de todos los residuos sólidos y al cubrimiento de los puntos de transferencia, con el fin de evitar emisiones a la atmósfera y a las aguas.

1.1.5. Emisiones difusas de partículas generadas por el almacenamiento, manipulación y transporte de materias primas y productos (intermedios)

11. La MTD consiste en evitar o reducir las emisiones difusas de partículas generadas por el almacenamiento, manipulación y transporte de materiales utilizando al menos una de las técnicas que se citan a continuación.

Si se utilizan técnicas de reducción, la MTD consiste en optimizar la eficiencia de captura y la posterior limpieza por medio de técnicas adecuadas como las que se citan a continuación. Tendrá preferencia la captación de las emisiones de partículas lo más cerca posible de la fuente.

I. Son técnicas generales las siguientes:

- establecer un plan de acción contra las emisiones difusas de partículas en el SGA de la acería;
- estudiar el cese temporal de determinadas operaciones cuando se determine que son fuente de emisiones de PM₁₀ y se registren valores elevados en el ambiente; para ello, será necesario disponer de monitores de PM₁₀ suficientes, que detecten la dirección y fuerza del viento, para poder triangular y determinar las principales fuentes de partículas finas.

II. Las siguientes técnicas son para prevenir las emisiones de partículas durante la manipulación y transporte de materias primas a granel:

- orientar las pilas longitudinalmente en la dirección del viento predominante
- instalar barreras cortavientos o utilizar el terreno natural como abrigo
- controlar el contenido de humedad del material entregado
- prestar atención a los procedimientos para evitar la manipulación innecesaria de materiales y las caídas descubiertas desde gran altura
- cerramientos adecuados de transportadores y tolvas, etc.

- utilizar equipos de limpieza con aspersores de agua para suprimir el polvo, con aditivos como el látex, si procede
- normas rigurosas de mantenimiento de los equipos
- altos niveles de orden y limpieza, especialmente la limpieza y riego de los caminos
- utilizar aspiradores móviles y fijos
- instalar equipos de supresión o extracción de partículas y una planta de depuración de filtros de mangas para reducir las fuentes más importantes de generación de partículas
- utilizar vehículos barredores eficientes en cuanto a sus emisiones, para realizar la limpieza rutinaria del firme de los caminos.

III. Las técnicas para el suministro, almacenamiento y recuperación de materiales son las siguientes:

- encerrar totalmente las tolvas de descarga en una nave provista de extracción de aire con filtrado de materiales pulverulentos, o bien instalar deflectores de partículas en las tolvas y acoplar las rejillas de descarga a un sistema de extracción de partículas y limpieza
- limitar la altura de caída si es posible a un máximo de 0,5 m
- utilizar aspersores de agua (preferiblemente reciclada) para suprimir el polvo
- si fuera necesario, disponer recipientes de almacenamiento con filtros para controlar el polvo
- utilizar dispositivos totalmente cerrados para recuperar material de los recipientes de almacenamiento
- si fuera necesario, almacenar la chatarra sobre superficies con firme y cubiertas para reducir el riesgo de contaminación del suelo (con entregas justo a tiempo para reducir al mínimo el tamaño del almacén y, por tanto, las emisiones)
- evitar todo lo posible cualquier alteración de las pilas
- limitar la altura y controlar la forma general de los montones
- almacenar el material en naves o contenedores, en lugar de amontonarlo al aire libre, si la magnitud del almacenamiento es adecuada
- establecer cortavientos por medio del terreno natural o terraplenes o plantando hierba alta y árboles perennes en los espacios abiertos para capturar y absorber el polvo sin que produzca perjuicios duraderos
- hidrosiembra en pilas o montones de escoria
- reverdecer el terreno cubriendo de humus las zonas no utilizadas y plantando hierba, matorral y otra vegetación de cobertura del suelo
- humedecer la superficie con sustancias aglomerantes del polvo duraderas
- cubrir la superficie con lonas o mediante un recubrimiento de las pilas (por ejemplo con látex)
- establecer zonas de almacenamiento con muros de contención para reducir la superficie expuesta
- si fuera necesario, podrían hormigonarse las superficies para hacerlas impermeables e instalar drenajes.

IV. Algunas técnicas que pueden utilizarse cuando las entregas de combustible y materias primas vienen por vía marítima y pueden producirse importantes emisiones de partículas son las siguientes:

- que los operadores utilicen buques de autodescarga o sistemas cerrados de descarga continua, en caso contrario, deben minimizarse las emisiones de partículas de los descargadores tipo grúa asegurándose de que el material tenga un contenido de humedad adecuado, reduciendo la altura de caída y utilizando aspersores o nebulizadores en la abertura de la tolva del descargador

- evitar que el agua del mar moje los minerales o los fundentes, ya que se contaminarían con cloruro de sodio, los precipitadores electrostáticos de la planta de sinterización, el aporte adicional de cloro en las materias primas también puede aumentar las emisiones (por ejemplo, de policlorodibenzodioxinas/furanos (PCDD/F)) y obstaculizar la recirculación del polvo captado
 - almacenar el polvo de carbón, cal y carburo de calcio en silos sellados y transportarlo por medios neumáticos o almacenarlo y transportarlo en sacos sellados.
- V. Las técnicas de descarga de trenes o camiones son las siguientes:
- utilizar un equipo descargador de uso exclusivo, con un diseño en general cerrado, en el caso de que sea necesario debido a las emisiones de partículas.
- VI. Algunas técnicas aplicables a materiales que puedan ser fácilmente arrastrados por las corrientes y generen emisiones de partículas importantes son las siguientes:
- utilizar puntos de transferencia, tamices vibratorios, trituradoras, tolvas y similares, que puedan cerrarse por completo y equiparse con un sistema de extracción a una planta de filtros de mangas
 - utilizar aspiradores centralizados o locales en lugar de lavar para eliminar los reboses, ya que los efectos se limitan a un solo medio y se simplifica el reciclado del material rebosado.
- VII. Algunas técnicas para la manipulación y el tratamiento de la escoria son las siguientes:
- mantener los acopios de escoria granulada húmedos para la manipulación y el tratamiento de la escoria, ya que la escoria seca de los altos hornos y la escoria de acero pueden generar partículas
 - utilizar equipos trituradores de escoria cerrados, equipados con un sistema eficiente de extracción y filtros de mangas para reducir las emisiones de partículas.
- VIII. Entre las técnicas de manipulación de chatarra está la siguiente:
- almacenar la chatarra a cubierto o sobre un firme de hormigón para evitar todo lo posible que el movimiento de los vehículos levante polvo.
- IX. Entre las técnicas que deben considerarse durante el transporte del material figuran las siguientes:
- reducir al mínimo los puntos de acceso desde las vías públicas
 - utilizar equipos de limpieza de las ruedas para no arrastrar barro y polvo a las vías públicas
 - aplicar capas de rodadura en los caminos de transporte (con hormigón o asfalto) para evitar todo lo posible que se generen nubes de polvo durante el transporte de los materiales y la limpieza de los caminos
 - limitar los vehículos a las vías establecidas mediante vallas, zanjas o terraplenes de escoria reciclada
 - mojar los caminos polvorientos con aspersores de agua, por ejemplo en las operaciones de manipulación de escoria
 - asegurarse de que los vehículos de transporte no vayan demasiado llenos, para evitar vertidos
 - asegurarse de que los vehículos de transporte lleven lonas que cubran el material transportado
 - reducir al mínimo el número de transferencias
 - utilizar cintas transportadoras cerradas o protegidas
 - utilizar cintas transportadoras tubulares, siempre que sea posible, para minimizar las pérdidas de materiales en los cambios de dirección o donde se produce la descarga de materiales de una cinta a otra
 - buenas prácticas en la transferencia del metal fundido y manipulación de las cucharas
 - captación de partículas en los puntos de transferencia de las cintas transportadoras

1.1.6. Gestión de aguas y aguas residuales

12. La MTD para la gestión de las aguas residuales incluye la prevención, la recogida y separación de los diferentes tipos de aguas residuales, maximizando el reciclado interno y el tratamiento adecuado para cada flujo final, incluyendo la aplicación de técnicas que conlleven por ejemplo la filtración, la sedimentación o la utilización de la eliminación de aceites y grasas flotantes. En este contexto, cabe utilizar las siguientes técnicas cuando se cumplan las condiciones mencionadas:

- evitar el uso de agua potable en las líneas de producción
- aumentar el número y/o la capacidad de los sistemas de circulación de agua al construir nuevas plantas o modernizar o reformar las ya existentes
- centralizar la distribución del suministro de agua dulce
- utilizar el agua sucesivamente hasta que los distintos parámetros alcancen su límite legal o técnico
- utilizar el agua en otras plantas si no tiene más que algún parámetro afectado y es posible su uso posterior
- mantener separadas las aguas residuales tratadas y sin tratar; de este modo, es posible disponer de las aguas residuales de diferentes maneras a un coste razonable
- utilizar agua de lluvia siempre que sea posible.

Aplicabilidad

La gestión del agua de una acería integrada viene limitada fundamentalmente por la disponibilidad y la calidad del agua y los requisitos legales locales. En las plantas ya existentes, la configuración de los circuitos de agua puede limitar la aplicabilidad.

1.1.7. Vigilancia

13. La MTD consiste en medir o valorar todos los parámetros necesarios para dirigir los procesos desde las salas de control por medio de modernos sistemas informáticos con el fin de ajustar continuamente los procesos y optimizarlos en tiempo real, de modo que se asegure un funcionamiento estable y con ello se logre aumentar la eficiencia energética y maximizar el rendimiento de la producción y se mejoren las prácticas de mantenimiento.

14. La MTD consiste en medir las emisiones de contaminantes de las chimeneas de las principales fuentes de emisión de todos los procesos incluidos en los apartados 1.2-1.7, siempre que se indiquen los NEA-MTD, y en las centrales eléctricas alimentadas por gases de proceso de las acerías.

La MTD consiste en realizar mediciones en continuo al menos de las siguientes emisiones:

- emisiones primarias de partículas, óxidos de nitrógeno (NO_x) y dióxido de azufre (SO_2) de las parrillas de sinterización
- emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x) y dióxido de azufre (SO_2) de las parrillas de fraguado de las plantas de peletización
- emisiones de partículas de las naves de colada de los altos hornos
- emisiones secundarias de partículas de los convertidores básicos de oxígeno
- emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x) de las centrales eléctricas
- emisiones de partículas de los grandes hornos de arco eléctrico.

Para otras emisiones, la MTD consiste en estudiar el empleo de un sistema de vigilancia en continuo de las emisiones, en función de la carga másica y de las características de la emisión.

15. En el caso de fuentes de emisión pertinentes no mencionadas en la MTD 14, la MTD consiste en medir las emisiones de contaminantes de todos los procesos incluidos en los apartados 1.2-1.7 y de las centrales eléctricas alimentadas con gases de proceso de las acerías, así como todos los componentes o contaminantes pertinentes de los gases de proceso, de forma periódica y discontinua. Esto incluye la vigilancia en discontinuo de los gases de proceso, de las emisiones de las chimeneas, de los policlorodibenzodioxinas/furanos (PCDD/F) y el seguimiento de los vertidos de aguas residuales, pero no de las emisiones difusas (véase la MTD 16).

Descripción (pertinente para las MTD 14 y 15)

La vigilancia de los gases de proceso ofrece información sobre la composición de estos gases y sobre las emisiones indirectas de su combustión, como emisiones de partículas, metales pesados y SO_x.

Las emisiones de las chimeneas se pueden determinar por medio de mediciones periódicas discontinuas en las fuentes de emisión canalizadas pertinentes durante un período de tiempo suficientemente prolongado, con el fin de obtener valores de emisión representativos.

Para supervisar los vertidos de aguas residuales existen muy diversos procedimientos normalizados de muestreo y análisis del agua y de las aguas residuales, como por ejemplo:

- una muestra aleatoria, que se refiere a una única muestra tomada de un flujo de aguas residuales
- una muestra compuesta, que se refiere a una muestra tomada de forma continuada a lo largo de un período determinado, o a una muestra formada por varias muestras tomadas de forma continua o discontinua a lo largo de un período determinado y homogeneizadas
- una muestra aleatoria cualificada, que se refiere a una muestra compuesta por al menos cinco muestras aleatorias tomadas durante un período máximo de dos horas a intervalos no inferiores a dos minutos y homogeneizadas.

La vigilancia debe ser conforme a las normas EN o ISO pertinentes. Si todavía no estuvieran disponibles las normas EN o ISO, se utilizarán las normas nacionales u otras internacionales que garanticen la obtención de datos de calidad científica equivalente.

16. La MTD consiste en determinar el orden de magnitud de las emisiones difusas generadas de las fuentes relevantes mediante los métodos mencionados a continuación. Siempre que sea posible, se utilizarán métodos de medición directa antes que métodos indirectos o evaluaciones basadas en cálculos con factores de emisión.

- Métodos de medición directa, con los que se miden las emisiones en la propia fuente. En este caso, se pueden medir o determinar concentraciones y caudales.
- Métodos de medición indirectas, con los que se determinan las emisiones a una cierta distancia de la fuente; no es posible realizar una medición directa de concentraciones y caudales.
- Cálculo con factores de emisión.

Descripción*Medición directa o casi directa*

Como ejemplos de mediciones directas cabe citar las mediciones en túneles de viento, con campanas u otros métodos como las mediciones semicuantitativas en el tejado de una instalación industrial. En este último caso, se miden la velocidad del viento y la superficie del aireador de la cubierta y se calcula el caudal. La sección transversal del plano de medición del aireador de la cubierta se subdivide en sectores de superficie idéntica (medición de cuadrícula).

Mediciones indirectas

Algunos ejemplos de mediciones indirectas son el uso de gases trazadores, los métodos de modelización de dispersión inversa (RDM) y el método de balance de masas mediante detección y medición a través de láser (LIDAR).

Cálculo de emisiones con factores de emisión

Las directrices de aplicación de factores de emisión para el cálculo de las emisiones difusas de partículas generadas por el almacenamiento y manipulación de materiales a granel y de las suspensiones de polvo generadas por el tráfico rodado son:

- VDI 3790 Parte 3
- US EPA AP 42.

1.1.8. Clausura

17. La MTD consiste en prevenir la contaminación tras la clausura utilizando las técnicas necesarias que se indican a continuación.

Consideraciones de diseño para la clausura de plantas fuera de uso:

- I. tener en cuenta el impacto ambiental que tendrá la clausura de la instalación en el momento de diseñar una nueva planta, ya que la previsión hace que la clausura sea más fácil, limpia y económica

II. la clausura conlleva el riesgo ambiental de contaminación del suelo (y de las aguas subterráneas) y genera grandes cantidades de residuos sólidos; las técnicas preventivas son específicas de cada proceso, pero se pueden plantear las siguientes consideraciones generales:

- i. evitar las estructuras subterráneas
- ii. incorporar elementos que faciliten el desmantelamiento
- iii. elegir acabados de superficie que se descontaminen fácilmente
- iv. utilizar una configuración de equipos que reduzca al mínimo las sustancias químicas atrapadas y facilite el vaciado o limpieza
- v. diseñar unidades autónomas flexibles, que permitan el cierre gradual
- vi. utilizar materiales biodegradables y reciclables siempre que sea posible.

1.1.9. Ruido

18. La MTD consiste en reducir las emisiones acústicas de las fuentes relevantes de los procesos de fabricación siderúrgica utilizando al menos una de las siguientes técnicas, en función de las circunstancias locales:

- aplicación de una estrategia de reducción del ruido
- confinamiento de las operaciones o unidades ruidosas
- aislamiento de las vibraciones de las operaciones o unidades
- revestimiento interno y externo hecho de material amortiguador de impactos
- aislamiento acústico de los edificios para proteger las operaciones ruidosas en las que intervengan equipos de transformación de materiales
- establecimiento de barreras antirruído, por ejemplo la construcción de edificios o la interposición de barreras naturales, como árboles y matorrales, entre la zona protegida y la actividad ruidosa
- silenciadores de salida en las chimeneas de escape
- revestimiento aislante de conductos y ventiladores finales situados en edificios con aislamiento acústico
- cierre de puertas y ventanas de las zonas cubiertas.

1.2. Conclusiones sobre las MTD en las plantas de sinterización

Salvo que se indique expresamente lo contrario, las conclusiones sobre MTD presentadas en este apartado pueden aplicarse a todas las plantas de sinterización.

Emisiones atmosféricas

19. La MTD para homogeneizar y mezclar consiste en prevenir o reducir las emisiones difusas de partículas aglomerando los materiales finos mediante el ajuste del contenido de humedad (véase también la MTD 11).

20. La MTD para las emisiones primarias de las plantas de sinterización consiste en reducir las emisiones de partículas del gas residual de las parrillas de sinterización por medio de un filtro de mangas.

La MTD para las emisiones primarias de las plantas existentes consiste en reducir las emisiones de partículas del gas residual de la parrilla de sinterización utilizando precipitadores electrostáticos avanzados cuando no se puedan utilizar filtros de mangas.

El nivel de emisión de partículas asociado a la MTD es $< 1-15 \text{ mg/Nm}^3$ con el filtro de mangas y $< 20-40 \text{ mg/Nm}^3$ con precipitador electrostático avanzado (que debe tener un diseño y operación adecuados para conseguir estos valores), determinado en ambos casos como un valor medio diario.

Filtros de mangas

Descripción

Los filtros de mangas utilizados en las plantas de sinterización suelen aplicarse después de un precipitador electrostático o ciclón ya existente, aunque también pueden utilizarse como equipo autónomo.

Aplicabilidad

En las plantas existentes, un requisito que puede ser importante para la instalación posterior al precipitador electrostático es el espacio. Hay que tener especialmente en cuenta la antigüedad y las prestaciones del precipitador electrostático existente.

Precipitador electrostático avanzado**Descripción**

Los precipitadores electrostáticos avanzados se caracterizan por al menos una de las siguientes características:

- buen control de proceso
- campos eléctricos adicionales
- fuerza adaptada del campo eléctrico
- contenido de humedad adaptado
- acondicionamiento con aditivos
- tensión superior o de impulsos variables
- tensión de reacción rápida
- superposición de impulsos de alta intensidad energética
- electrodos móviles
- ampliación de la distancia al electrodo u otras características que mejoren la eficiencia de eliminación de emisiones.

21. La MTD para las emisiones primarias de las parrillas de sinterización consiste en prevenir o reducir las emisiones de mercurio seleccionando materias primas de bajo contenido en mercurio (véase la MTD 7) o tratar los gases residuales junto con la inyección de carbón activo o coque de lignito activo.

El nivel de emisión de mercurio asociado a la MTD es $< 0,03-0,05 \text{ mg/Nm}^3$, como valor medio del período de muestreo (medición discontinua, muestras puntuales durante al menos media hora).

22. La MTD para las emisiones primarias de las parrillas de sinterización consiste en reducir las emisiones de óxido de azufre (SO_x) utilizando al menos una de las siguientes técnicas:

- I. reducir el aporte de azufre utilizando finos de coque con un bajo contenido en azufre
- II. reducir el aporte de azufre minimizando el consumo de finos de coque
- III. reducir el aporte de azufre utilizando mineral de hierro con un bajo contenido en azufre
- IV. inyectar agentes de adsorción adecuados en el conducto de gas residual de las parrillas de sinterización antes de captar las partículas por medio del filtro de mangas (véase la MTD 20)
- V. desulfuración por proceso húmedo o proceso de carbón activado regenerativo (RAC) (teniendo especialmente en cuenta las condiciones de aplicación).

El nivel de emisión de óxidos de azufre (SO_x) asociado a las MTD I-IV es $< 350-500 \text{ mg/Nm}^3$, expresado en dióxido de azufre (SO_2) y determinado por un valor medio diario, asociándose el menor valor a la MTD IV.

El nivel de emisión de óxidos de azufre (SO_x) asociado a la MTD V es $< 100 \text{ mg/Nm}^3$, expresado en dióxido de azufre (SO_2) y determinado como valor medio diario.

Descripción del proceso RAC mencionado en la MTD V

Las técnicas de desulfuración en seco se basan en la adsorción del SO_2 mediante carbón activo. Cuando se regenera el carbón activo cargado con SO_2 , el proceso recibe el nombre de carbón activo regenerado (RAC). En este caso, puede utilizarse un tipo de carbón activado de gran calidad y alto coste y se genera ácido sulfúrico (H_2SO_4) como subproducto del proceso. El lecho se regenera con agua o por medios térmicos. En algunos casos, para realizar un «ajuste fino» posterior a la unidad de desulfuración existente, se utiliza carbón activado a base de lignito. En este caso, el carbón activado cargado de SO_2 suele incinerarse en condiciones controladas.

El sistema RAC puede ser un proceso de una o dos fases.

En el proceso de una sola fase, los gases residuales pasan por un lecho de carbón activado en el que este último adsorbe los contaminantes. Además, si se desea eliminar NO_x se inyecta amoníaco (NH_3) en el flujo de gas antes del lecho de catalizador.

En el proceso de dos fases, los gases residuales pasan por dos lechos de carbón activado. Se puede inyectar amoníaco antes del lecho para reducir las emisiones de NO_x .

Aplicabilidad de las técnicas mencionadas en la MTD V

Desulfuración por proceso húmedo: Esta técnica puede tener importantes necesidades de espacio que pueden limitar su aplicabilidad. Hay que tener en cuenta sus elevados costes de inversión y explotación y sus importantes efectos interambientales, como la generación y eliminación de lodos y las medidas adicionales de tratamiento de aguas residuales. Esta técnica no se utiliza en Europa en el momento de la redacción del presente documento, pero puede constituir una opción aplicable cuando sea improbable que se cumplan las normas de calidad ambiental con otras técnicas.

RAC: Antes del proceso RAC hay que instalar un sistema de eliminación de polvo para reducir la concentración de partículas en la admisión. En general, la distribución de la planta y las necesidades de espacio son factores importantes para esta técnica, y muy en especial cuando el establecimiento tiene más de una parrilla de sinterización.

Hay que tener en cuenta sus elevados costes de inversión y explotación, en particular si se van a utilizar tipos de carbono activado de gran calidad y alto coste y si es necesaria una planta de ácido sulfúrico. Esta técnica no se utiliza en Europa en el momento de la redacción del presente documento, pero puede constituir una opción aplicable en nuevas plantas que pretendan reducir las emisiones de SO_x , NO_x , polvo y PCDD/F al mismo tiempo y en circunstancias en las que sea improbable que se cumplan las normas de calidad ambiental con otras técnicas.

23. La MTD para las emisiones primarias de las parrillas de sinterización consiste en reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno totales (NO_x) aplicando al menos una de las siguientes técnicas:

I. medidas integradas en el proceso, que pueden ser:

- i. recirculación de los gases residuales
- ii. otras medidas primarias, como el uso de antracita o de quemadores de baja emisión de NO_x para la ignición

II. técnicas al final del proceso, que pueden ser:

- i. el proceso de carbón activo regenerativo (RAC)
- ii. la reducción catalítica selectiva (SCR).

El nivel de emisión de óxidos de nitrógeno (NO_x) asociado a la MTD con medidas integradas en el proceso es $< 500 \text{ mg/Nm}^3$, expresado en dióxido de nitrógeno (NO_2) y determinado como valor medio diario.

El nivel de emisión de óxidos de nitrógeno (NO_x) asociado a la MTD con RAC es $< 250 \text{ mg/Nm}^3$ y con SCR es $< 120 \text{ mg/Nm}^3$, expresado en dióxido de nitrógeno (NO_2), relacionado con un contenido de oxígeno del 15 %, y determinado como valores medios diarios.

Descripción de la recirculación de gases residuales de la MTD Li

En el reciclado parcial del gas residual, parte del gas residual de sinterización se recircula al proceso de sinterización. El reciclado parcial del gas residual de la parrilla al completo es una técnica desarrollada fundamentalmente para reducir el caudal de gas residual y, por tanto, las emisiones masivas de importantes contaminantes. Además, puede llevar aparejado un descenso del consumo energético. La recirculación del gas residual requiere un esfuerzo especial para asegurarse de no perjudicar la calidad del sinterizado y la productividad del proceso. Hay que prestar especial atención a la presencia de monóxido de carbono (CO) en el gas residual recirculado, con el fin de evitar la intoxicación de los trabajadores por este gas. Se han desarrollado varios procesos, como por ejemplo:

- el reciclado parcial del gas residual de la parrilla al completo
- el reciclado del gas residual de la parrilla de sinterización final combinado con intercambio de calor:
 - el reciclado del gas residual de parte de la parrilla de sinterización final y el uso de gas residual de la instalación de refrigeración del sinterizado
- el reciclado de partes del gas residual en otras partes de la parrilla de sinterización.

Aplicabilidad de la MTD Li

La aplicabilidad de esta técnica es específica de la instalación. Hay que estudiar la adopción de medidas complementarias para asegurarse de no perjudicar la calidad del sinterizado (resistencia mecánica en frío) ni la productividad de la parrilla. Según las circunstancias locales, estas medidas pueden ser relativamente poco importantes y fáciles de aplicar o, por el contrario, pueden ser de gran alcance y de aplicación costosa y difícil. En cualquier caso, será necesario revisar las condiciones de trabajo de la parrilla antes de introducir esta técnica.

En las plantas existentes, quizá no sea posible instalar un sistema de reciclado parcial del gas residual por limitaciones de espacio.

Algunas consideraciones importantes para determinar la aplicabilidad de esta técnica son las siguientes:

- configuración inicial de la parrilla (por ejemplo, uno o dos conductos en la caja de viento, espacio disponible para los nuevos equipos y, si es preciso, prolongación de la parrilla)
- diseño inicial de los equipos existentes (por ejemplo, ventiladores, depuradores de gases y dispositivos de cribado y refrigeración del sinterizado)
- condiciones de trabajo iniciales (por ejemplo, materias primas, altura de la capa, presión de aspiración, porcentaje de cal viva en la mezcla, caudal específico, porcentaje de descartes de producción devueltos al flujo de alimentación)
- prestaciones actuales de productividad y consumo de combustible sólido
- índice de basicidad del sinterizado y composición de la carga del horno alto (por ejemplo, porcentajes de sinterizado respecto a los pelets, y contenido de hierro de estos componentes).

Aplicabilidad de otras medidas primarias en la MTD Lii

El uso de antracita dependerá de la disponibilidad de antracitas de bajo contenido en nitrógeno en comparación con los finos de coque.

Descripción y aplicabilidad del proceso RAC en la MTD II.i, véase la MTD 22.

Aplicabilidad del proceso SCR en la MTD II.ii

El proceso SCR puede aplicarse con un sistema con alta o baja producción de polvo y con un sistema de gas limpio. Hasta ahora solo se han aplicado sistemas de gas limpio (una vez filtrado y desulfurado) en las plantas de sinterización. Es esencial que el gas tenga un bajo contenido en partículas (< 40 mg de partículas/ Nm^3) y metales pesados, porque pueden anular la eficacia de la superficie del catalizador. Además, puede ser necesaria una fase de desulfuración previa al catalizador. Otro requisito indispensable es que el gas de escape tenga una temperatura mínima de 300 °C. Para ello hace falta aportar energía.

Los elevados costes de inversión y explotación, la necesidad de revitalizar el catalizador, el consumo y desprendimiento de NH_3 , la acumulación del explosivo nitrato de amonio (NH_4NO_3), la formación de SO_3 corrosivo y la necesidad de utilizar energía adicional para el recalentamiento, son factores todos ellos que pueden reducir las posibilidades de recuperar calor sensible del proceso de sinterización, todo lo cual puede limitar la aplicabilidad. Esta técnica puede constituir una opción cuando sea improbable que se cumplan las normas de calidad ambiental con otras técnicas.

24. La MTD para las emisiones primarias de las parrillas de sinterización consiste en prevenir o reducir las emisiones de policlorodibenzodioxinas/furanos (PCDD/F) y policlorobifenilos (PCB) aplicando al menos una de las siguientes técnicas:

- I. evitar en la medida de lo posible toda materia prima que contenga policlorodibenzodioxinas/furanos (PCDD/F) y policlorobifenilos (PCB) o sus precursores (véase la MTD 7)
- II. suprimir la formación de policlorodibenzodioxinas/furanos (PCDD/F) agregando compuestos nitrogenados
- III. recircular los gases residuales (véanse la descripción y la aplicabilidad en la MTD 23).

25. La MTD para las emisiones primarias de las parrillas de sinterización consiste en reducir las emisiones de policlorodibenzodioxinas/furanos (PCDD/F) y policlorobifenilos (PCB) inyectando agentes de adsorción adecuados en el conducto de gas residual de la parrilla antes de captar el polvo con filtros de mangas o con precipitadores electrostáticos avanzados cuando no se puedan utilizar filtros de mangas (véase la MTD 20).

El nivel de emisión asociado a la MTD para las emisiones de policlorodibenzodioxinas/furanos (PCDD/F) es $< 0,05$ - $0,2$ ng I-TEQ/ Nm^3 con el filtro de mangas y $< 0,2$ - $0,4$ ng I-TEQ/ Nm^3 con el precipitador electrostático avanzado, en ambos casos determinado a partir de una muestra aleatoria de 6-8 horas en condiciones estables.

26. La MTD para las emisiones secundarias de la descarga de la parrilla de sinterización, de la trituración de sinterizado, de las instalaciones de refrigeración y cribado y de los puntos de transferencia de transportadores consiste en prevenir las emisiones de partículas o conseguir una extracción eficiente y reducir posteriormente las emisiones de partículas por medio de una combinación de las siguientes técnicas:

- I. cubrimiento o cerramiento
- II. instalación de un precipitador electrostático o de un filtro de mangas.

El nivel de emisión asociado a la MTD para las emisiones de partículas es $< 10 \text{ mg/Nm}^3$ con el filtro de mangas y $< 30 \text{ mg/Nm}^3$ con el precipitador electrostático, en ambos casos determinado como valor medio diario.

Agua y aguas residuales

27. La MTD consiste en reducir al mínimo el consumo de agua de las plantas de sinterización reciclando las aguas de refrigeración lo máximo posible a menos que se utilicen sistemas de refrigeración sin recirculación.

28. La MTD consiste en tratar las aguas de las plantas de sinterización cuando se utilice agua de lavado o cuando se aplique un sistema de tratamiento de gases residuales de proceso húmedo, con la excepción de las aguas de refrigeración previas al vertido, utilizando una combinación de las siguientes técnicas:

- I. precipitación de metales pesados
- II. neutralización
- III. filtros de arena

Los niveles de emisión asociados a la MTD, a partir de una muestra aleatoria cualificada o de una muestra compuesta de 24 horas, son:

- | | |
|--|----------------------|
| — sólidos en suspensión | $< 30 \text{ mg/l}$ |
| — demanda química de oxígeno (DQO ⁽¹⁾) | $< 100 \text{ mg/l}$ |
| — metales pesados | $< 0,1 \text{ mg/l}$ |

(suma de arsénico (As), cadmio (Cd), cromo (Cr), cobre (Cu), mercurio (Hg), níquel (Ni), plomo (Pb), y zinc (Zn)).

Residuos generados en la producción

29. La MTD consiste en prevenir la producción de residuos en las plantas de sinterización aplicando al menos una de las siguientes técnicas (véase la MTD 8):

- I. reciclado selectivo de los residuos in situ, realimentándolos al proceso de sinterización tras separar las fracciones de polvo fino enriquecido con álcalis, cloro o metales pesados (por ejemplo, el polvo del último campo del precipitador electrostático)
- II. reciclado externo siempre que haya problemas para el reciclado in situ.

La MTD consiste en gestionar de forma controlada los residuos del proceso de sinterización que no puedan evitarse ni reciclarse.

30. La MTD consiste en reciclar los residuos que puedan contener aceite, como el polvo, los lodos sólidos y la cascarilla de laminación que contengan hierro y carbono de la parrilla de sinterización y otros procesos de la acería integral, reutilizando la mayor cantidad posible a la parrilla y teniendo en cuenta el contenido de aceite respectivo.

⁽¹⁾ En algunos casos, se mide el Carbono Orgánico Total (COT) en lugar de la DQO (con el fin de evitar el HgCl_2 que se utiliza en el análisis de la DQO). La correlación entre la DQO y el COT debe establecerse caso por caso en cada planta de sinterización. El valor de la relación DQO/COT puede variar aproximadamente entre dos y cuatro.

31. La MTD consiste en reducir el contenido de hidrocarburos de la materia prima de sinterización mediante una selección y pretratamiento adecuados de los residuos de proceso reciclados.

En todo caso, el contenido de aceite de los residuos de proceso reciclados debe ser $< 0,5\%$ y el contenido de la materia prima de sinterización debe ser $< 0,1\%$.

Descripción

Se puede reducir al mínimo el aporte de hidrocarburos, sobre todo reduciendo el aporte de aceite. El aceite entra en la materia prima de sinterización fundamentalmente por la adición de cascarilla de laminación. El contenido de aceite de esta cascarilla puede variar mucho según su origen.

Las siguientes son técnicas para minimizar el aporte de aceite a través del polvo y de la cascarilla de laminación:

- limitar el aporte de aceite segregando y seleccionando después únicamente el polvo y la cascarilla de laminación que tengan un bajo contenido en aceite
- la aplicación de técnicas de «orden y limpieza» en los trenes de laminación puede reducir notablemente el contenido de aceite contaminante de la cascarilla
- desaceitar la cascarilla de laminación con los siguientes procedimientos:
 - al calentar la cascarilla de laminación a unos $800\text{ }^{\circ}\text{C}$, se volatilizan los hidrocarburos del aceite y se obtiene una cascarilla de laminación limpia; los hidrocarburos volatilizados pueden quemarse
 - extracción del aceite de la cascarilla de laminación por medio de un disolvente.

Energía

32. La MTD consiste en reducir el consumo de energía térmica de las plantas de sinterización aplicando al menos una de las siguientes técnicas:

- I. recuperar el calor sensible del gas residual de la instalación de refrigeración del sinterizado
- II. recuperar el calor sensible, si es posible, del gas residual de la parrilla de sinterizado
- III. recircular los gases residuales lo máximo posible para utilizar el calor sensible (véanse la descripción y la aplicabilidad en la MTD 23).

Descripción

Las plantas de sinterización producen dos clases de energía residual potencialmente reutilizable:

- el calor sensible de los gases residuales de las máquinas sinterizadoras
- el calor sensible del aire de la instalación de refrigeración del sinterizado.

La recirculación parcial del gas residual es un caso especial de recuperación de calor de los gases residuales de las máquinas sinterizadoras y es el objeto de la MTD 23. El calor sensible se devuelve directamente al lecho de sinterizado a través de los gases calientes recirculados. En el momento de redactarse el presente documento (2010), este es el único método práctico de recuperación del calor de los gases residuales.

El calor sensible del aire caliente procedente de la instalación de refrigeración del sinterizado se puede recuperar aplicando al menos uno de los siguientes procedimientos:

- generación de vapor en una caldera de calor residual para utilizarlo en la acería
- generación de agua caliente para un sistema de calefacción urbana
- precalentamiento del aire de combustión en la campana de ignición de la planta de sinterización
- precalentamiento de la mezcla bruta de sinterizado
- utilización de los gases de la instalación de refrigeración del sinterizado en un sistema de recirculación de gases residuales.

Aplicabilidad

En algunas plantas, la configuración existente puede hacer que los costes de recuperación del calor de los gases residuales de la sinterización o de los gases residuales de la refrigeración del sinterizado sean muy elevados.

La recuperación del calor de los gases residuales por medio de un intercambiador de calor genera problemas inaceptables de condensación y corrosión.

1.3. Conclusiones sobre las MTD en las plantas de peletización

Salvo que se indique expresamente lo contrario, las conclusiones sobre MTD presentadas en este apartado pueden aplicarse a todas las plantas de peletización o nodulación.

Emisiones atmosféricas

33. La MTD consiste en reducir las emisiones de partículas presentes en los gases residuales procedentes:

- de los procesos de pretratamiento, secado, molienda, humectación, mezcla y esferoidización de las materias primas,
- de la parrilla de fraguado, y
- de los procesos de manipulación y cribado de los pelets,

aplicando al menos una de las siguientes técnicas:

- I. un precipitador electrostático
- II. un filtro de mangas
- III. una torre de lavado.

El nivel de emisión de partículas asociado a la MTD es $< 20 \text{ mg/Nm}^3$ en las etapas de trituración, molienda y secado y $< 10\text{-}15 \text{ mg/Nm}^3$ en todas las demás etapas del proceso o cuando se tratan todos los gases residuales conjuntamente, determinándose siempre como valores medios diarios.

34. La MTD consiste en reducir las emisiones de óxidos de azufre (SO_x), cloruro de hidrógeno (HCl) y fluoruro de hidrógeno (HF) presentes en el gas residual de la parrilla de fraguado aplicando una de las siguientes técnicas:

- I. torre de lavado
- II. absorción semiseca con sistema de filtrado posterior.

Los niveles de emisión asociados a la MTD para estos compuestos, determinados como valores medios diarios, son:

- óxidos de azufre (SO_x), expresados en dióxido de azufre (SO_2) $< 30\text{-}50 \text{ mg/Nm}^3$
- fluoruro de hidrógeno (HF) $< 1 - 3 \text{ mg/Nm}^3$
- cloruro de hidrógeno (HCl) $< 1 - 3 \text{ mg/Nm}^3$.

35. La MTD consiste en reducir las emisiones de NO_x de la sección de secado y molienda y de los gases residuales de la parrilla de fraguado aplicando técnicas integradas en el proceso.

Descripción

Debe optimizarse el diseño de la planta por medio de soluciones a medida para que todas las secciones de ignición generen emisiones bajas en óxidos de nitrógeno (NO_x). Se puede reducir la formación de NO_x térmicos bajando la temperatura (máxima) de los quemadores y reduciendo el exceso de oxígeno en el aire de combustión. Además, se pueden reducir las emisiones de NO_x combinando un bajo consumo energético y un bajo contenido de nitrógeno en el combustible (carbón y petróleo).

36. La MTD para las plantas existentes consiste en reducir las emisiones de NO_x de la sección de secado y molienda y de los gases residuales de la parrilla de fraguado aplicando una de las siguientes técnicas:

- I. reducción catalítica selectiva (SCR) como técnica al final del proceso
- II. cualquier otra técnica con una eficiencia mínima de reducción de NO_x del 80 %.

Aplicabilidad

En las plantas existentes, tanto en hornos de parrilla recta como en hornos giratorios con parrilla, es difícil obtener las condiciones de trabajo necesarias para un reactor SCR. Por sus elevados costes, estas técnicas al final del proceso solo deben plantearse cuando no sea probable que se cumplan las normas de calidad ambiental de otra manera.

37. La MTD para las plantas nuevas consiste en reducir las emisiones de NO_x de la sección de secado y molienda y de los gases residuales del parrilla de fraguado aplicando la reducción catalítica selectiva (SCR) como técnica al final del proceso:

Agua y aguas residuales

38. La MTD para las plantas de peletización consiste en reducir al mínimo el consumo de agua y los vertidos de aguas de lavado, aclarado y refrigeración, y reutilizar toda el agua que sea posible.

39. La MTD para las plantas de peletización consiste en tratar las aguas antes del vertido aplicando algunas de las siguientes técnicas:

I. neutralización

II. floculación

III. sedimentación

IV. filtros de arena

V. precipitación de metales pesados.

Los niveles de emisión asociados a la MTD, a partir de una muestra aleatoria cualificada o de una muestra compuesta de 24 horas, son:

— sólidos en suspensión	< 50 mg/l
— demanda química de oxígeno (DQO ⁽¹⁾)	< 160 mg/l
— nitrógeno Kjeldahl	< 45 mg/l
— metales pesados	< 0,55 mg/l

(suma de arsénico (As), cadmio (Cd), cromo (Cr), cobre (Cu), mercurio (Hg), níquel (Ni), plomo (Pb) y zinc (Zn)).

Residuos de producción

40. La MTD consiste en prevenir la producción de residuos de las plantas de peletización mediante el reciclado efectivo in situ o la reutilización de los residuos (es decir, pelets crudos y termotratados demasiado finos).

La MTD consiste en gestionar de forma controlada los residuos del proceso de peletización —es decir, los lodos derivados del tratamiento de las aguas residuales— que no puedan evitarse ni reciclarse.

Energía

41. La MTD consiste en reducir o minimizar el consumo de energía térmica de las plantas de peletización aplicando al menos una de las siguientes técnicas:

I. máxima reutilización posible, integrada en el proceso, del calor sensible generado por las diferentes secciones del parrilla de fraguado

II. utilización del calor residual excedente para redes de calefacción internas o externas si existe demanda de un tercero.

⁽¹⁾ En algunos casos, se mide el COT en lugar de la DQO (con el fin de evitar el HgCl₂ que se utiliza en el análisis de la DQO). La correlación entre la DQO y el COT debe establecerse caso por caso en cada planta de peletización. El valor de la relación DQO/COT puede variar aproximadamente entre dos y cuatro.

Descripción

El aire caliente de la sección de refrigeración primaria puede utilizarse como aire de combustión secundario en la sección de ignición. A su vez, el calor de la sección de ignición puede utilizarse en la sección de secado del parrilla de fraguado. El calor de la sección de refrigeración secundaria también puede utilizarse en la sección de secado.

El calor excedente de la sección de refrigeración puede utilizarse en las cámaras de secado de la unidad de secado y molienda. El aire caliente se transporta a través de una tubería revestida de aislamiento, que se denomina «conducto de recirculación de aire caliente».

Aplicabilidad

La recuperación del calor sensible es una técnica integrada en el proceso de las plantas de peletización. El «conducto de recirculación de aire caliente» puede aplicarse en las plantas existentes con un diseño comparable y un suministro suficiente de calor sensible.

Dado que la existencia de un tercero dispuesto a cooperar puede estar fuera del control del operador, puede que esté fuera del ámbito de aplicación del permiso.

1.4. Conclusiones sobre las MTD en las baterías de coque

Salvo que se indique expresamente lo contrario, las conclusiones sobre MTD presentadas en este apartado pueden aplicarse a todas las baterías de coque.

Emisiones atmosféricas

42. La MTD para las plantas de molienda de carbón (preparación del carbón que incluye trituración, molienda, pulverización y cribado) consiste en prevenir o reducir las emisiones de partículas aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

- I. cerramiento del edificio o equipo (tritadora, pulverizadora, cribas) y
- II. extracción y uso eficiente de un sistema posterior de captación o filtrado en seco.

El nivel de emisión de partículas asociado a la MTD es $< 10\text{-}20 \text{ mg/Nm}^3$, expresado como valor medio del período de muestreo (medición discontinua, muestras puntuales durante al menos media hora).

43. La MTD para el almacenamiento y manipulación del carbón pulverizado consiste en prevenir o reducir las emisiones difusas de partículas utilizando al menos una de las técnicas siguientes:

- I. almacenar el material pulverizado en carboneras y naves de almacenamiento
- II. utilizar transportadores cerrados o protegidos
- III. reducir al mínimo las alturas de caída en función del tamaño y construcción de la planta
- IV. reducir las emisiones de carga de la torre de carbón y de la vagoneta de carga
- V. utilizar un sistema eficiente de extracción y de filtrado posterior.

Con la MTD V, el nivel de emisión de partículas asociado a la MTD es $< 10\text{-}20 \text{ mg/Nm}^3$, expresado como valor medio del período de muestreo (medición discontinua, muestras puntuales durante al menos media hora).

44. La MTD consiste en cargar las cámaras del horno de coquización con sistemas de carga de emisiones reducidas.

Descripción

Desde un punto de vista integrado, se prefieren los sistemas de carga «sin humos» o de carga secuencial con tubos ascendentes dobles o tubos puente, porque todo el gas y el polvo se tratan como parte del tratamiento del gas de coquización.

Sin embargo, en el caso de que los gases se extraigan y se traten fuera del horno de coque, se prefiere el sistema de carga con tratamiento en tierra de los gases extraídos. Este tratamiento debe incorporar un sistema eficiente de extracción de las emisiones y posterior combustión para reducir los compuestos orgánicos y un filtro de mangas para reducir las partículas.

El nivel de emisión de partículas asociado a la MTD de los sistemas de carga de carbón con tratamiento en instalación fija de los gases extraídos es $< 5 \text{ g/t}$ de coque, equivalente a $< 50 \text{ mg/Nm}^3$, expresado como valor medio del período de muestreo (medición discontinua, muestras puntuales durante al menos media hora).

La duración asociada a la MTD de las emisiones visibles de la carga es < 30 segundos por carga expresada como media mensual utilizando el método de seguimiento descrito en la MTD 46.

45. La MTD del proceso de coquización consiste en extraer todo el gas de coquización (COG) que sea posible durante el proceso.
46. La MTD de las plantas de coquización consiste en reducir las emisiones velando por que la producción de coque sea continuada y sin interrupciones, utilizando las siguientes técnicas:
- I. mantenimiento completo de las cámaras, puertas y juntas de los hornos, de los tubos ascendentes, de los orificios de carga y de otros equipos (debe llevarse a cabo un programa sistemático realizado por personal especializado en detección y mantenimiento)
 - II. evitar grandes fluctuaciones térmicas
 - III. observación y seguimiento exhaustivos del horno de coque
 - IV. limpieza de las puertas, juntas, orificios de carga, tapas y tubos ascendentes después del manejo (aplicable en las plantas nuevas y, en algunos casos, en las existentes)
 - V. mantener el flujo libre de gas en los hornos de coque
 - VI. regular adecuadamente la presión durante la coquización e instalar puertas estancas accionadas por muelles o de estanqueidad rígida(en el caso de hornos de ≤ 5 m de altura y en correcto orden de funcionamiento)
 - VII. utilizar tubos ascendentes de sello hidráulico para reducir las emisiones visibles de todo el aparato que establece una vía de paso desde la batería de hornos de coque hasta el colector principal, el sifón y los tubos puente fijos
 - VIII. sellar las tapas de los orificios de carga con una suspensión de arcilla (u otro material sellante adecuado), para reducir las emisiones visibles de todos los orificios
 - IX. asegurarse de que se produzca una coquización completa (evitando deshornar coque verde) aplicando técnicas adecuadas
 - X. instalar cámaras más grandes en los hornos de coquización (aplicable en plantas nuevas o en ciertos casos de sustitución completa de la planta sobre los cimientos antiguos)
 - XI. si es posible, utilizar un sistema de regulación de presión variable en las cámaras del horno durante la coquización (aplicable en plantas nuevas, puede ser una opción en plantas ya existentes; la posibilidad de instalar esta técnica en las plantas existentes debe valorarse cuidadosamente y dependerá de las circunstancias propias de cada planta).

El porcentaje de emisiones visibles de todas las puertas asociado a la MTD es $< 5-10$ %.

El porcentaje de emisiones visibles de todos los tipos de fuentes asociado a la MTD VII y a la MTD VIII es < 1 %.

Los porcentajes están relacionados con la frecuencia de cualquier fuga en comparación con el número total de puertas, tubos ascendentes o tapas de los orificios de carga, como media mensual utilizando el método de seguimiento que se describe a continuación.

Para el cálculo de las emisiones difusas de los hornos de coque se utilizan los métodos siguientes:

- el método EPA 303
- la metodología DMT (Deutsche Montan Technologie GmbH)
- la metodología desarrollada por la BCRA (British Carbonisation Research Association)
- la metodología aplicada en los Países Bajos, que consiste en contar las fugas visibles en los tubos ascendentes y en los orificios de carga, pero no las emisiones visibles debidas a operaciones normales (carga de carbón, deshornado de coque).

47. La MTD para la planta de tratamiento de gases consiste en minimizar las emisiones gaseosas fugitivas utilizando las siguientes técnicas:

- I. minimizar el número de bridas soldando las uniones de tubos siempre que sea posible
- II. utilizar juntas adecuadas para las bridas y válvulas
- III. utilizar bombas estancas a gases (por ejemplo, bombas magnéticas)

IV. evitar las emisiones de las válvulas de presión de los tanques de almacenamiento, por los siguientes medios:

- conectar la salida de la válvula al colector principal de gas de coquización, o bien
- recoger los gases para su posterior combustión.

Aplicabilidad

Estas técnicas pueden aplicarse tanto en plantas nuevas como en plantas existentes. Puede que sea más fácil conseguir un diseño estanco a gases en las plantas nuevas que en las plantas ya existentes.

48. La MTD consiste en reducir el contenido de azufre del gas de coquización utilizando una de las siguientes técnicas:

- I. desulfuración mediante sistemas de absorción
- II. desulfuración oxidativa de proceso húmedo.

Las concentraciones de sulfuro de hidrógeno residual (H_2S) asociadas a la MTD, determinadas por valores medios diarios, son $< 300-1\ 000\text{ mg/Nm}^3$ en el caso de la MTD I (asociándose los valores superiores a temperaturas ambiente más altas y los valores inferiores a temperaturas ambiente más bajas) y $< 10\text{ mg/Nm}^3$ en el caso de la MTD II.

49. La MTD para el sistema de calentamiento inferior del horno de coque consiste en reducir las emisiones utilizando las siguientes técnicas:

- I. evitar las fugas entre la cámara del horno y la cámara de calentamiento por medio de un funcionamiento regular del horno de coque
- II. reparar las fugas entre la cámara del horno y la cámara de calentamiento (solo aplicable a las plantas existentes)
- III. incorporar técnicas de baja emisión de óxidos de nitrógeno (NO_x) en la construcción de nuevas baterías, como la combustión por fases y el uso de ladrillos más finos y un revestimiento refractario de mejor conductividad térmica (solo aplicable a las plantas nuevas)
- IV. utilizar gases de coquización desulfurados como gases de proceso.

Los niveles de emisión asociados a la MTD, determinados como valores medios diarios y relacionados con un contenido de oxígeno del 5 %, son los siguientes:

- óxidos de azufre (SO_x), expresados en dióxido de azufre (SO_2) $< 200-500\text{ mg/Nm}^3$
- partículas, $< 1-20\text{ mg/Nm}^3$ ⁽¹⁾
- óxidos de nitrógeno (NO_x), expresados en dióxido de nitrógeno (NO_2) $< 350-500\text{ mg/Nm}^3$ para plantas nuevas o ampliamente reformadas (menos de 10 años de antigüedad) y $500-650\text{ mg/Nm}^3$ para plantas más antiguas con baterías bien mantenidas y que incorporen técnicas bajas en óxidos de nitrógeno (NO_x).

50. La MTD para el sistema de deshornado del coque consiste en reducir las emisiones de partículas utilizando las siguientes técnicas:

- I. extracción por medio de un carro guía equipado con una campana
- II. utilizar una instalación de tratamiento de los humos extraídos con un filtro de mangas u otro sistema de eliminación
- III. utilizar para el apagado una zona fija o un vagón móvil.

El nivel de emisión de partículas asociado a la MTD para el deshornado de coque es $< 10\text{ mg/Nm}^3$ en el caso de los filtros de mangas y $< 20\text{ mg/Nm}^3$ en los demás casos, determinado como la media del período de muestreo (medición discontinua, muestras puntuales durante al menos media hora).

Aplicabilidad

En las plantas existentes, la falta de espacio puede limitar la aplicabilidad.

⁽¹⁾ El extremo inferior del rango se ha definido sobre la base del comportamiento de una planta específica en condiciones reales de funcionamiento con la MTD que permite obtener el mejor comportamiento medioambiental.

51. La MTD para el sistema de apagado del coque consiste en reducir las emisiones de partículas utilizando una de las siguientes técnicas:

- I. utilizar un sistema de apagado de coque por vía seca (CDQ) con recuperación de calor sensible y eliminación de partículas de las operaciones de carga, manipulación y cribado por medio de un filtro de mangas
- II. utilizar un sistema convencional de apagado por vía húmeda con emisiones reducidas
- III. utilizar el apagado por estabilización del coque (CSQ).

Los niveles de emisión de partículas asociados a la MTD, determinados como media del período de muestreo, son:

- < 20 mg/Nm³ en el caso del apagado del coque por vía seca
- < 25 g/t de coque en el caso del apagado convencional por vía húmeda con emisiones reducidas ⁽¹⁾
- < 10 g/t de coque en el caso del apagado por estabilización del coque ⁽²⁾

Descripción de la MTD I

Para que las plantas con apagado de coque por vía seca funcionen de manera continua, hay dos opciones. En un caso, la unidad de apagado seco del coque puede tener de dos a cuatro cámaras. Una unidad está siempre en espera. De ahí que no sea necesario el apagado por vía húmeda, pero la unidad de apagado seco necesita una capacidad excedente respecto a la planta de coquización, lo que conlleva unos costes elevados. En el otro caso, se requiere un sistema adicional de apagado húmedo.

En el caso de que se modifique una planta con apagado húmedo para pasar a una con apagado seco, se puede conservar el sistema húmedo existente para este fin. Este tipo de unidad de apagado seco no tiene capacidad de proceso excedente respecto a la planta de coquización.

Aplicabilidad de la MTD II

Las torres de apagado existentes pueden equiparse con deflectores reductores de emisiones. Las torres deben tener una altura mínima de 30 m para que el tiro sea suficiente.

Aplicabilidad de la MTD III

Dado que el sistema tiene un tamaño mayor del necesario para el apagado convencional, la falta de espacio en la planta puede ser una limitación.

52. La MTD para la clasificación y manipulación del coque consiste en prevenir o reducir las emisiones de partículas utilizando las siguientes técnicas combinadas:

- I. cerramientos de edificios o equipos
- II. un sistema eficiente de extracción y filtrado posterior en seco.

El nivel de emisión de partículas asociado a la MTD es < 10 mg/Nm³, determinado como media del período de muestreo (medición discontinua, muestras puntuales durante al menos media hora).

Agua y aguas residuales

53. La MTD consiste en utilizar la menor cantidad posible de agua de apagado con la máxima reutilización.

54. La MTD consiste en evitar que las aguas de proceso que contengan una elevada carga orgánica (como las aguas residuales brutas de los hornos de coquización, aguas residuales con un elevado contenido en hidrocarburos, etc.) se reutilicen como aguas de apagado.

55. La MTD consiste en pretratar las aguas residuales del proceso de coquización y de la depuración del gas de coquización antes de verterlas a una depuradora utilizando al menos una de las siguientes técnicas:

- I. utilizar un sistema eficiente de eliminación de alquitrán e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) por medio de un proceso de floculación y posterior flotación, sedimentación y filtrado, por separado o en combinación
- II. aplicar un sistema eficiente de desorción del amoníaco, utilizando álcalis y vapor.

⁽¹⁾ Este nivel está basado en la aplicación del método no isocinético Mohrhauer (antiguo VDI 2303).

⁽²⁾ Este nivel está basado en la aplicación de un método de muestreo isocinético conforme a la norma VDI 2066.

56. La MTD para las aguas residuales pretratadas procedentes del proceso de coquización y del proceso de depuración del gas de coquización consiste en utilizar un tratamiento biológico con etapas integradas de desnitrificación y nitrificación.

Los niveles de emisión asociados a la MTD, basados en una muestra aleatoria cualificada o en una muestra compuesta de 24 horas y referentes a una sola depuradora de aguas de coquización, son:

— demanda química de oxígeno (DQO ⁽¹⁾)	< 220 mg/l
— demanda biológica de oxígeno durante 5 días (DBO ₅)	< 20 mg/l
— sulfuros, libres ⁽²⁾	< 0,1 mg/l
— tiocianato (SCN ⁻)	< 4 mg/l
— cianuro (CN ⁻), libres ⁽³⁾	< 0,1 mg/l
— hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) (suma de fluoranteno, benzo[b]fluoranteno, benzo[k]fluoranteno, benzo[a]pireno, indeno[1,2,3-cd]pireno y benzo[g,h,i]perileno)	< 0,05 mg/l
— fenoles	< 0,5 mg/l
— suma de nitrógeno amoniacal (NH ₄ ⁺ -N), nitrógeno nítrico (NO ₃ ⁻ -N) y nitrógeno nitroso (NO ₂ ⁻ -N)	< 15 - 50 mg/l.

Con respecto a la suma de nitrógeno amoniacal (NH₄⁺-N), nitrógeno nítrico (NO₃⁻-N) y nitrógeno nitroso (NO₂⁻-N), se suelen asociar valores < 35 mg/l a la utilización de plantas de tratamiento biológico avanzado de las aguas residuales con predesnitrificación/nitrificación y post-desnitrificación.

Residuos de producción

57. La MTD consiste en reciclar los residuos de producción como el alquitrán del agua de carbón y de los efluentes de alambiques, y los lodos activados excedentes de la depuradora de aguas residuales incorporándolos a la alimentación de carbón de la planta de coquización.

Energía

58. La MTD consiste en utilizar el gas de coquización extraído ya sea como combustible o como agente reductor o para producir sustancias químicas.

1.5. Conclusiones sobre las MTD para hornos altos

Salvo que se indique expresamente lo contrario, las conclusiones sobre MTD presentadas en este apartado pueden aplicarse a todos los altos hornos.

Emisiones atmosféricas

59. La MTD para un sistema de captación durante la carga desde los silos de almacenamiento de la unidad de inyección de carbón, consiste en captar las emisiones de partículas y aplicar una técnica posterior de captación de las mismas en seco.

El nivel de emisión de partículas asociado a la MTD es < 20 mg/Nm³, determinado como media del período de muestreo (medición discontinua, muestras puntuales durante al menos media hora).

60. La MTD para la preparación de la carga (mezcla, homogeneización) y el transporte consiste en minimizar las emisiones de partículas y, cuando proceda, extracción con captación posterior por medio de un precipitador electrostático o filtro de mangas.

⁽¹⁾ En algunos casos, se mide el COT en lugar de la DQO (con el fin de evitar el HgCl₂ que se utiliza en el análisis de la DQO). La correlación entre la DQO y el COT debe establecerse caso por caso en cada planta de coquización. El valor de la relación DQO/COT puede variar aproximadamente entre dos y cuatro.

⁽²⁾ Este nivel está basado en la aplicación de la norma DIN 38405 D 27 o de cualquier otra norma nacional o internacional que garantice la obtención de datos de calidad científica equivalente.

⁽³⁾ Este nivel está basado en la aplicación de la norma DIN 38405 D 13-2 o de cualquier otra norma nacional o internacional que garantice la obtención de datos de calidad científica equivalente.

61. La MTD para la nave de colada (orificios y canales de colada, puntos de carga de torpedos, despumadoras) consiste en prevenir o reducir las emisiones difusas de partículas aplicando las siguientes técnicas:

- I. cubrir los canales de colada
- II. optimizar la eficiencia de la captura de emisiones difusas de partículas y humos con depuración posterior de los gases de escape por medio de un precipitador electrostático o filtro de mangas
- III. supresión de humos utilizando nitrógeno durante la sangría, cuando proceda y siempre que no se haya instalado un sistema de captación y filtrado de las emisiones de sangría.

Si se utiliza la MTD II, el nivel de emisión de partículas asociado a la MTD es $< 1 - 15 \text{ mg/Nm}^3$, determinado como valor medio diario.

62. La MTD consiste en utilizar un revestimiento sin alquitrán en los canales de colada.

63. La MTD consiste en minimizar la emisión de gas del horno alto durante la carga aplicando al menos una de las siguientes técnicas:

- I. tragante con cierre sin campana y con equalización primaria y secundaria
- II. sistema de recuperación de gas o ventilación
- III. utilización del gas de horno alto para presurizar las tolvas del tragante.

Aplicabilidad de la MTD II

Aplicable en plantas nuevas. Solo es aplicable en plantas existentes si el horno tiene un sistema de carga sin campana. No es aplicable a plantas donde se utilicen gases distintos a los del horno alto (por ejemplo, nitrógeno) para presurizar las tolvas del tragante.

64. La MTD consiste en reducir las emisiones de partículas del gas de horno alto aplicando al menos una de las siguientes técnicas:

- I. utilizar dispositivos de captación de partículas en seco, como por ejemplo:
 - i. deflectores
 - ii. recogedores de polvo
 - iii. ciclones
 - iv. precipitadores electrostáticos
- II. sistemas posteriores de reducción de las partículas, como por ejemplo:
 - i. torres de lavado con rejilla
 - ii. depuradores Venturi
 - iii. torres de lavado con separación anular
 - iv. precipitadores electrostáticos de proceso húmedo
 - v. desintegradores.

En relación con el gas de horno alto depurado, la concentración de partículas residual asociada a la MTD es $< 10 \text{ mg/Nm}^3$, determinada como media del período de muestreo (medición discontinua, muestras puntuales durante al menos media hora).

65. La MTD para las estufas de horno alto consiste en reducir las emisiones utilizando gas excedente de baterías de coque desulfurado y filtrado, gas de horno alto filtrado, gas de convertidor básico de oxígeno filtrado y gas natural, por separado o de forma combinada.

Los niveles de emisión asociados a la MTD, determinados como valores medios diarios relacionados con un contenido de oxígeno del 3 %, son los siguientes:

- óxidos de azufre (SO_x) expresados en dióxido de azufre (SO₂) < 200 mg/Nm³
- partículas < 10 mg/Nm³
- óxidos de nitrógeno (NO_x), expresados en dióxido de nitrógeno (NO₂) < 100 mg/Nm³.

Agua y aguas residuales

66. La MTD para el consumo y vertido de aguas procedentes del tratamiento de los gases de horno alto consiste en utilizar la menor cantidad de agua de lavado posible y reutilizar toda la que se pueda, por ejemplo para el granulado de escoria, si es necesario después de aplicar un filtro de lecho de grava.

67. La MTD para el tratamiento de las aguas residuales generadas por el tratamiento de los gases de horno alto consiste en utilizar floculación (coagulación) y la sedimentación, y la reducción del cianuro libre, si es necesario.

Los niveles de emisión asociados a la MTD, basados en una muestra aleatoria cualificada o en una muestra compuesta de 24 horas, son:

- sólidos en suspensión < 30 mg/l
- hierro < 5 mg/l
- plomo < 0,5 mg/l
- zinc < 2 mg/l
- cianuro (CN⁻), libre ⁽¹⁾ < 0,4 mg/l.

Residuos de producción

68. La MTD consiste en prevenir la producción de residuos de los hornos altos aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

- I. sistemas apropiados de recogida y almacenamiento para facilitar un tratamiento específico
- II. reciclado in situ del polvo de botellón generado por el tratamiento del gas de horno alto y del polvo generado por el sistema de captación de partículas de la nave de colada, teniendo debidamente en cuenta el efecto de las emisiones de la planta donde se recicla
- III. hidrociclado de los lodos con el correspondiente reciclado posterior in situ de la fracción gruesa (aplicable siempre que se utilice un sistema de captación de partículas de proceso húmedo y cuando la distribución del contenido de zinc en los diferentes tamaños de las partículas permita una separación razonable)
- IV. tratamiento de la escoria, preferiblemente por granulado (cuando las condiciones del mercado lo permitan), para su utilización externa (por ejemplo, en la industria cementera o en la construcción de carreteras).

La MTD consiste en gestionar de forma controlada los residuos del horno alto que no puedan evitarse ni reciclarse.

69. La MTD para minimizar las emisiones del tratamiento de la escoria consiste en condensar los humos si se necesita reducir los olores.

Gestión de los recursos

70. La MTD para la gestión de los recursos de los hornos altos consiste en reducir el consumo de coque mediante la inyección directa de agentes reductores, como carbón pulverizado, aceite, aceite pesado, alquitrán, residuos de aceite, gas de coquización, gas natural y otros residuos, tales como residuos metálicos, aceites y emulsiones usados, residuos aceitosos, grasas y plásticos, por separado o de forma combinada.

Aplicabilidad

Inyección de carbón: este método es aplicable en todos los hornos altos equipados con sistemas de inyección de carbón pulverizado y enriquecimiento con oxígeno.

Inyección de gases: la inyección de gas de baterías de coque a través de toberas depende en gran medida de la disponibilidad del gas, que puede utilizarse de hecho en otras partes de la acería integral.

⁽¹⁾ Este nivel está basado en la aplicación de la norma DIN 38405 D 13-2 o de cualquier otra norma nacional o internacional que garantice la obtención de datos de calidad científica equivalente.

Inyección de plásticos: hay que señalar que esta técnica depende en gran medida de las circunstancias locales y de las condiciones del mercado. Los plásticos pueden contener Cl y metales pesados como Hg, Cd, Pb y Zn. En función de la composición de los residuos utilizados (por ejemplo, fracción ligera de la trituradora), puede que aumenten las cantidades de Hg, Cr, Cu, Ni y Mo en el gas del alto horno.

Inyección directa de aceites, grasas y emulsiones utilizados como agentes reductores y de residuos de hierro sólidos: el funcionamiento continuo de este sistema depende del concepto logístico de entrega y almacenamiento de los residuos. Además, la tecnología de transporte aplicada es especialmente importante para el buen funcionamiento del sistema.

Energía

71. La MTD consiste en mantener un funcionamiento continuo y estable del horno alto de forma permanente para minimizar las emisiones y reducir las probabilidades de que se produzcan desprendimientos de la carga.

72. La MTD consiste en utilizar el gas extraído del horno alto como combustible.

73. La MTD consiste en recuperar la energía de la presión de gas del tragante cuando haya suficiente presión de gas en el tragante y bajas concentraciones de álcalis.

Aplicabilidad

La recuperación de la presión de gas del tragante puede utilizarse en plantas nuevas y, en algunas circunstancias, también en las plantas existentes, si bien con más dificultades y costes adicionales. Para aplicar esta técnica es fundamental que la presión manométrica de gas del tragante sea superior a 1,5 bar.

En las plantas nuevas, la turbina de gas del tragante y el sistema de depuración del gas de horno alto pueden adaptarse mutuamente para lograr una elevada eficiencia de lavado y recuperación energética.

74. La MTD consiste en precalentar los gases del combustible de la estufa de horno alto o el aire de combustión utilizando el gas residual de la estufa de horno alto y optimizar el proceso de combustión de la estufa de horno alto.

Descripción

Para optimizar la eficiencia energética de la estufa de horno alto, puede utilizarse al menos una de las siguientes técnicas:

- funcionamiento de la estufa de horno alto asistido por ordenador
- precalentamiento del combustible o del aire de combustión junto con el aislamiento de la tubería del viento frío y del flujo de gases residuales
- utilización de quemadores más adecuados para mejorar la combustión
- rápida medición del oxígeno y adaptación en consecuencia de las condiciones de combustión.

Aplicabilidad

La aplicabilidad del precalentamiento del combustible depende de la eficiencia de las estufas, ya que esta determina la temperatura del gas residual (p. ej., a temperaturas inferiores a 250 °C, la recuperación de calor puede no ser una opción técnica o económicamente viable).

La aplicación del control asistido por ordenador puede hacer necesaria la construcción de una cuarta estufa en el caso de los hornos altos equipados con tres estufas (si es posible), con el fin de obtener las máximas prestaciones.

1.6. Conclusiones sobre las MTD en la fabricación de acero y procesos de colada en convertidores básicos de oxígeno

Salvo que se indique expresamente lo contrario, las conclusiones sobre MTD presentadas en este apartado pueden aplicarse a todos los procesos de fabricación de acero y colada en convertidores básicos de oxígeno.

Emisiones atmosféricas

75. La MTD para la recuperación de los gases del convertidor básico de oxígeno (BOF) mediante combustión incompleta consiste en extraer todo el gas del BOF posible durante el soplado y depurarlo aplicando las siguientes técnicas combinadas:

- I. proceso de combustión incompleta
- II. captación previa de partículas para eliminar gruesas partículas por medio de técnicas de separación por vía seca (por ejemplo, deflector o ciclón) o por vía húmeda

III. reducción de partículas por:

- i. vía seca (por ejemplo, precipitador electrostático) para plantas nuevas y existentes
- ii. vía húmeda (por ejemplo, precipitador electrostático de vía húmeda o torre de lavado) para plantas existentes.

Las concentraciones de partículas residuales asociadas a la MTD, después de almacenar el gas del BOF por separado, son:

- 10-30 mg/Nm³ para la MTD III.i
- < 50 mg/Nm³ para la MTD III.ii.

76. La MTD para la recuperación del gas de convertidor básico de oxígeno durante el soplado de oxígeno en caso de combustión completa consiste en reducir las emisiones de partículas utilizando una de las siguientes técnicas:

- I. vía seca (por ejemplo, precipitador electrostático o filtro de mangas) para plantas nuevas y existentes
- II. vía húmeda (por ejemplo, precipitador electrostático de vía húmeda o torre de lavado) para plantas existentes.

Los niveles de emisión de partículas asociados a la MTD, determinados como media del período de muestreo (medición discontinua, muestras puntuales durante al menos media hora), son:

- 10-30 mg/Nm³ para la MTD I
- < 50 mg/Nm³ para la MTD II.

77. La MTD consiste en minimizar las emisiones de partículas del orificio de la lanza de oxígeno aplicando al menos una de las siguientes técnicas:

- I. cubrir el orificio de la lanza durante el soplado de oxígeno
- II. inyectar gas inerte o vapor en el orificio de la lanza para disipar el polvo
- III. utilizar diseños de estanquidad alternativos junto con dispositivos de limpieza de la lanza.

78. La MTD para la reducción secundaria de partículas, incluidas las emisiones de los procesos siguientes:

- trasvase del arrabio líquido desde el torpedo (o mezclador de arrabio) a la cuchara de carga
- pretratamiento del arrabio líquido (es decir, precalentamiento de las cubas, desulfuración, desfosforación, desescoriado, procesos de trasvase del arrabio y pesaje)
- procesos relacionados con el convertidor básico de oxígeno, como el precalentamiento de las cubas, eyección durante el soplado de oxígeno, carga de arrabio y chatarra, sangría de acero líquido y escoria del convertidor básico de oxígeno y
- metalurgia secundaria y colada continua,

consiste en minimizar las emisiones de partículas por medio de técnicas integradas en el proceso, como técnicas generales para prevenir o controlar las emisiones difusas o fugitivas, utilizando cerramientos y cubrimientos adecuados con medios de extracción eficientes y depuración posterior de los gases de escape por medio de un filtro de mangas o de un precipitador electrostático.

La eficiencia media total de recogida de partículas asociada a la MTD es > 90 %

El nivel de emisión de partículas asociado a la MTD, expresado como valor medio diario, para todos los gases de escape cuyas partículas se han captado es < 1-15 mg/Nm³ en el caso de los filtros de mangas y < 20 mg/Nm³ en el caso de los precipitadores electrostáticos.

Si las emisiones del pretratamiento del arrabio líquido y de la metalurgia secundaria se tratan por separado, el nivel de emisión de partículas asociado a la MTD, expresado como valor medio diario, es < 1-10 mg/Nm³ con filtros de mangas y < 20 mg/Nm³ con precipitadores electrostáticos.

Descripción

Algunas técnicas generales para prevenir las emisiones difusas y fugitivas de las fuentes secundarias pertinentes del proceso BOF son:

- captura independiente y dispositivos de captación de partículas en cada subproceso del taller BOF
- correcta gestión de la instalación de desulfuración para prevenir emisiones atmosféricas
- cerramiento total de la instalación de desulfuración
- mantener la tapa puesta cuando no se utilice la cuchara de arrabio y limpiar las cucharas y eliminar los restos periódicamente o instalar un sistema de extracción en la cubierta
- mantener la cuchara de arrabio delante del convertidor durante unos dos minutos después de introducir el arrabio en el convertidor si no se utiliza un sistema de extracción en el tejado
- control y optimización por ordenador del proceso de fabricación de acero, por ejemplo para prevenir o reducir la eyección (es decir, cuando la escoria se expande tanto que rebosa de la cuba)
- reducir los reboses o salpicaduras durante la sangría limitando los elementos que la provocan y utilizando agentes antieyectantes
- cerrar las puertas del espacio donde esté el convertidor durante el soplado de oxígeno
- observación continua mediante cámaras para detectar emisiones visibles en el tejado
- utilizar un sistema de extracción en la cubierta.

Aplicabilidad

En las plantas existentes, el diseño de la planta puede limitar las posibilidades de realizar una evacuación adecuada.

79. La MTD para el tratamiento de la escoria in situ consiste en reducir las emisiones de partículas aplicando al menos una de las siguientes técnicas:

- I. extracción eficiente de la trituradora de escoria y sistemas de criba con depuración posterior de los gases de escape, si procede
- II. transporte de la escoria no tratada por medio de palas cargadoras
- III. extracción o humectación de los puntos de transferencia de los transportadores de material triturado
- IV. humectación de los montones de almacenamiento de escoria
- V. nebulización de agua al cargar escoria triturada.

El nivel de emisión de partículas asociado a la MTD I es $< 10 - 20 \text{ mg/Nm}^3$, determinado como media del período de muestreo (medición discontinua, muestras puntuales durante al menos media hora).

Agua y aguas residuales

80. La MTD consiste en evitar o reducir el uso de agua y las emisiones de aguas residuales procedentes del filtrado primario del gas del convertidor básico de oxígeno (BOF) utilizando una de las técnicas siguientes como se indica en las MTD 75 y 76:

- captación en seco de las partículas del gas del convertidor básico de oxígeno (BOF);
- reducción al mínimo del consumo de agua de lavado y reutilización de toda la que sea posible (por ejemplo para el granulado de escoria) en caso de que se aplique la captación de partículas por vía húmeda.

81. La MTD consiste en reducir al mínimo los vertidos de aguas residuales de la colada continua aplicando las siguientes técnicas combinadas:

- I. eliminación de sólidos por floculación, sedimentación o filtrado
- II. eliminación del aceite en tanques de desengrasado o cualquier otro medio eficaz

III. recirculación de la mayor cantidad posible de agua de refrigeración y de agua del sistema de generación de vacío.

Los niveles de emisión asociados a la MTD, basados en una muestra aleatoria cualificada o en una muestra compuesta de 24 horas, correspondientes a las aguas residuales de las máquinas de colada continua, son los siguientes:

- sólidos en suspensión < 20 mg/l
- hierro < 5 mg/l
- zinc < 2 mg/l
- níquel < 0,5 mg/l
- cromo total < 0,5 mg/l
- hidrocarburos totales < 5 mg/l.

Residuos de producción

82. La MTD consiste en prevenir la producción de residuos aplicando al menos una de las siguientes técnicas (véase la MTD 8):

- I. sistemas apropiados de recogida y almacenamiento para facilitar un tratamiento específico
- II. reciclado in situ del polvo procedente del tratamiento del gas del convertidor básico de oxígeno, del polvo procedente del sistema de eliminación de partículas secundario y de la cascarilla de laminación procedente de la colada continua, reincorporando estos materiales a los procesos de fabricación del acero teniendo en la debida consideración los efectos de las emisiones de la planta en la que se reciclen
- III. reciclado in situ de la escoria de BOF y de los finos de escoria de BOF en varias aplicaciones
- IV. tratamiento de la escoria cuando las condiciones del mercado permitan su uso externo (por ejemplo, como agregado en materiales o como árido para la construcción)
- V. utilizar los polvos y lodos de los filtros para la recuperación externa de hierro y metales no féreos como el zinc en la industria de metales no féreos
- VI. utilizar un tanque de sedimentación para los lodos con reciclado posterior de la fracción gruesa en el proceso de sinterización/horno alto o en la industria cementera cuando la granulometría permita una separación razonable.

Aplicabilidad de la MTD V

Se puede utilizar el briqueteado en caliente y el reciclado del polvo con recuperación en forma de pelets con alta concentración de zinc para su reutilización externa si se utiliza un precipitador electrostático de proceso seco para depurar el gas del BOF. La recuperación de zinc por briqueteado no es aplicable en los sistemas de captación de partículas por vía húmeda porque la sedimentación en los tanques es inestable debido a la formación de hidrógeno (por reacción del zinc metálico con el agua). Por estas razones de seguridad, el contenido de zinc de los lodos debe limitarse a un 8 - 10 %.

La MTD consiste en gestionar de forma controlada los residuos del proceso del convertidor básico de oxígeno que no puedan ni evitarse ni reciclarse.

Energía

83. La MTD consiste en recoger, depurar y almacenar el gas BOF por separado para utilizarlo posteriormente como combustible.

Aplicabilidad

En algunos casos, puede que no sea viable económicamente o bien en lo que respecta a una gestión energética adecuada, recuperar el gas del BOF por combustión suprimida. En estos casos, se puede quemar el gas del BOF con generación de vapor. El tipo de combustión (completa o suprimida) dependerá de la gestión energética local.

84. La MTD consiste en reducir el consumo energético utilizando sistemas de cucharas con tapas

Aplicabilidad

Las tapas pueden ser muy pesadas porque son de ladrillo refractario y, por tanto, la capacidad de las grúas y el diseño de toda la nave pueden limitar la aplicabilidad de esta técnica en las plantas existentes. Existen diversos diseños técnicos para adaptar este sistema a las condiciones concretas de la acería.

85. La MTD consiste en optimizar el proceso y reducir el consumo energético utilizando un proceso de sangría directa después del soplado.

Descripción

La sangría directa normalmente requiere instalaciones de alto coste, como sublanzas o sensores DROP IN para sangrar sin esperar al análisis químico de las muestras tomadas (sangría directa). También se ha desarrollado una nueva técnica para realizar la sangría directa sin este tipo de instalaciones, técnica que exige mucha experiencia y trabajo de desarrollo. En la práctica, el carbono se reduce por soplado directamente a un 0,04 % y la temperatura del baño baja al mismo tiempo a un valor razonablemente bajo. Antes de sangrar, se mide la temperatura y la actividad del oxígeno.

Aplicabilidad

Se necesitan un analizador de arrabio adecuado y medios de contención de la escoria; la aplicación de esta técnica se facilita con un horno de cuchara.

86. La MTD consiste en reducir el consumo energético por medio de una colada continua de banda estrecha próxima a la forma final, si está justificado por la calidad y el surtido de los productos que se fabrican con las clases de acero producidas.

Descripción

Una colada de bandas próximas a la forma final (semiconformados) próximas a la forma final es una colada continua de acero para producir bandas de espesor inferior a 15 mm. El proceso de colada se combina con el de laminación directa en caliente, refrigeración y bobinado de las bandas estrechas sin el horno de recalentamiento intermedio utilizado con las técnicas de colada convencionales, por ejemplo colada continua de planchones o planchones finos. Por tanto, la colada de bandas próximas a la forma final (semiconformados) es una técnica para producir bandas próximas a la forma final (semiconformados) de acero planos de diferente anchura y espesor inferior a 2 mm.

Aplicabilidad

La aplicabilidad dependerá de las clases de acero que se produzcan (por ejemplo, con este proceso no se pueden producir planchones gruesos) y de la cartera de productos (mix de producción) de la acería de que se trate. En las plantas existentes, la aplicabilidad puede estar limitada por la distribución y el espacio disponible, ya que, p. ej., para reformar una planta integrando una máquina de colada de banda hacen falta disponer de unos 100 m de longitud.

1.7. Conclusiones sobre las MTD en la fabricación de acero y procesos de colada en hornos eléctricos de arco

Salvo que se indique expresamente lo contrario, las conclusiones sobre MTD presentadas en este apartado pueden aplicarse a todos los procesos de fabricación de acero y colada en hornos de arco eléctrico.

Emisiones atmosféricas

87. La MTD para el horno eléctrico de arco (EAF) consiste en prevenir las emisiones de mercurio evitando, en la medida de lo posible, todo tipo de materias primas y materias auxiliares que contengan mercurio (véanse las MTD 6 y 7).

88. La MTD para el sistema primario y secundario de eliminación de partículas del horno de arco eléctrico (que incluye precalentamiento de la chatarra, carga, fusión, sangría, horno de cuchara y metalurgia secundaria) consiste en instalar un sistema eficiente de extracción de todas las fuentes de emisión aplicando una de las técnicas que se indican a continuación y el filtrado posterior por medio de un filtro de mangas:

- I. combinación de sistemas de extracción directa de los gases de escape (4º o 2º orificio) y campanas de extracción
- II. sistemas de extracción directa del gas y cámara «doghouse»
- III. extracción directa del gas y evacuación total de la nave (puede que los hornos de arco eléctrico de poca capacidad no necesiten la extracción directa de gas para conseguir la misma eficiencia de extracción).

La eficiencia media total de recogida de partículas asociada a la MTD es > 98 %.

El nivel de emisión de partículas asociado a la MTD es < 5 mg/Nm³, determinado como valor medio diario.

El nivel de emisión de mercurio asociado a la MTD es < 0,05 mg/Nm³, determinado como media del período de muestreo (medición discontinua, muestras puntuales durante al menos cuatro horas).

89. La MTD para el sistema primario y secundario de eliminación de partículas del horno eléctrico de arco (que incluye precalentamiento de la chatarra, carga, fusión, sangría, horno de cuchara y metalurgia secundaria) consiste en prevenir y reducir las emisiones de policlorodibenzodioxinas/furanos (PCDD/F) y policlorobifenilos (PCB) evitando, en la medida de lo posible, materias primas que contengan PCDD/F y PCB o sus precursores (véanse las MTD 6 y 7) y utilizando al menos una de las siguientes técnicas, junto con un sistema de eliminación de partículas adecuado:

- I. poscombustión apropiada
- II. apagado rápido apropiado
- III. inyección de agentes adsorbentes adecuados en el conducto antes de la captación de partículas.

El nivel de emisión de PCDD/F asociado a la MTD es $< 0,1 \text{ ng I-TEQ/Nm}^3$, basado en una muestra aleatoria de 6 - 8 horas en condiciones estables. En algunos casos, el nivel de emisión asociado a la MTD se puede conseguir con medidas primarias solamente.

Aplicabilidad de la MTD I

Para valorar la aplicabilidad en las plantas existentes, es necesario tener en cuenta circunstancias como el espacio disponible, el sistema de conducción de los gases de escape, etc.

90. La MTD para el tratamiento de la escoria in situ consiste en reducir las emisiones de partículas aplicando al menos una de las siguientes técnicas:

- I. extracción eficiente de la trituradora de escoria y sistemas de criba con depuración posterior de los gases de escape, si procede
- II. transporte de la escoria no tratada por medio de palas cargadoras
- III. extracción o humectación de los puntos de transferencia de los transportadores de material triturado
- IV. humectación de los acopios de almacenamiento de escoria
- V. nebulización de agua al cargar escoria triturada.

Si se utiliza la MTD I, el nivel de emisión de partículas asociado a la MTD es $< 10\text{-}20 \text{ mg/Nm}^3$, determinado por la media del período de muestreo (medición discontinua, muestras puntuales durante al menos media hora).

Agua y aguas residuales

91. La MTD consiste en minimizar el consumo de agua del horno eléctrico de arco utilizando sistemas de refrigeración de circuito cerrado siempre que sea posible, salvo que se utilicen sistemas sin recirculación.

92. La MTD consiste en reducir al mínimo los vertidos de aguas residuales de la colada continua aplicando las siguientes técnicas combinadas:

- I. eliminación de sólidos por floculación, sedimentación o filtrado
- II. eliminación del aceite en tanques de desengrasado o cualquier otro medio eficaz
- III. recirculación de la mayor cantidad posible de agua de refrigeración y de agua del sistema de generación de vacío.

Los niveles de emisión asociados a la MTD, correspondientes a las aguas residuales de las máquinas de colada continua, basados en una muestra aleatoria cualificada o muestra compuesta de 24 horas, son:

- | | |
|-------------------------|----------------------|
| — sólidos en suspensión | $< 20 \text{ mg/l}$ |
| — hierro | $< 5 \text{ mg/l}$ |
| — zinc | $< 2 \text{ mg/l}$ |
| — níquel | $< 0,5 \text{ mg/l}$ |
| — cromo total | $< 0,5 \text{ mg/l}$ |
| — hidrocarburos totales | $< 5 \text{ mg/l}$ |

Residuos de producción

93. La MTD consiste en prevenir la producción de residuos aplicando al menos una de las técnicas siguientes:

- I. sistemas apropiados de recogida y almacenamiento para facilitar un tratamiento específico
- II. recuperación y reciclado in situ de los materiales refractarios de los diferentes procesos para su uso interno, es decir, como sucedáneo de la dolomita, la magnesita y la cal
- III. utilizar el polvo de los filtros para la recuperación externa de metales no féreos como el zinc en la industria de metales no féreos, si es necesario después de enriquecer el polvo de los filtros mediante recirculación al horno de arco eléctrico
- IV. separación de la cascarilla de la colada continua en el proceso de tratamiento de las aguas y recuperación con posterior reciclado, por ejemplo en el proceso de sinterizado/horno alto o en la industria cementera
- V. uso externo de materiales refractarios y escoria del horno eléctrico de arco como materia prima secundaria cuando las condiciones del mercado lo permitan.

La MTD consiste en gestionar de manera controlada los residuos del proceso EAF que no puedan evitarse ni reciclarse.

Aplicabilidad

El uso o reciclado externo de los residuos de producción, como se indica en las MTD III-V dependerá de la cooperación y aceptación de un tercero, cosa que puede estar fuera del control del operador y, por tanto, puede estar fuera del ámbito de aplicación del permiso.

Energía

94. La MTD consiste en reducir el consumo energético por medio de una colada continua de fleje próximo a la forma final, si está justificado por la calidad y el surtido de los productos que se fabrican con las clases de acero producidas.

Descripción

Una colada directa de bandas próximas a la forma final (semiconformados) es una colada continua de acero para producir bandas de espesor inferior a 15 mm. El proceso de colada se combina con el de laminación directa en caliente, refrigeración y bobinado de los bandas sin el horno de recalentamiento intermedio utilizado con las técnicas de colada convencionales, por ejemplo colada continua de planchones o planchones finos. Por tanto, la colada directa de banda es una técnica para producir bandas de acero planas de diferente ancho y espesor inferior a 2 mm.

Aplicabilidad

La aplicabilidad dependerá de las clases de acero que se produzcan (por ejemplo, con este proceso no se pueden producir planchones gruesos) y de la cartera de productos (mix) de la acería de que se trate. En las plantas existentes, la aplicabilidad puede estar limitada por la distribución y el espacio disponible, ya que, p. ej., para reformar una planta integrando una máquina de colada de bandas hace falta disponer de unos 100 m de longitud adicionales.

Ruido

95. La MTD consiste en reducir las emisiones acústicas de las instalaciones y procesos del horno de arco eléctrico que generen una potente energía acústica combinando algunas de las siguientes técnicas de construcción y operación, en función de las condiciones locales (además de utilizar las técnicas indicadas en la MTD 18):

- I. construir la nave del horno de arco eléctrico de manera que absorba el ruido de las sacudidas mecánicas generadas por el funcionamiento del horno
- II. construir e instalar grúas destinadas al transporte de las cestas de carga para evitar sacudidas mecánicas
- III. utilizar un aislamiento acústico especial en las paredes interiores y en los techos de las naves para evitar la transmisión aérea del ruido que se produce en la nave del horno eléctrico de arco
- IV. separación del horno y de la pared exterior para reducir el transporte de ruido por las estructuras de la nave del horno
- V. alojamiento de los procesos que generen una potente energía acústica (es decir, el horno eléctrico de arco y las unidades de descarburización) dentro de la nave principal.

Precio de suscripción 2012 (sin IVA, gastos de envío ordinario incluidos)

Diario Oficial de la UE, series L + C, solo edición impresa	22 lenguas oficiales de la UE	1 200 EUR al año
Diario Oficial de la UE, series L + C, edición impresa + DVD anual	22 lenguas oficiales de la UE	1 310 EUR al año
Diario Oficial de la UE, serie L, solo edición impresa	22 lenguas oficiales de la UE	840 EUR al año
Diario Oficial de la UE, series L + C, DVD mensual (acumulativo)	22 lenguas oficiales de la UE	100 EUR al año
Suplemento del Diario Oficial (serie S: Anuncios de contratos públicos), DVD semanal	Plurilingüe: 23 lenguas oficiales de la UE	200 EUR al año
Diario Oficial de la UE, serie C: Oposiciones	Lengua(s) en función de la oposición	50 EUR al año

La suscripción al *Diario Oficial de la Unión Europea*, que se publica en las lenguas oficiales de la Unión Europea, está disponible en 22 versiones lingüísticas. Incluye las series L (Legislación) y C (Comunicaciones e informaciones).

Cada versión lingüística es objeto de una suscripción aparte.

Con arreglo al Reglamento (CE) n° 920/2005 del Consejo, publicado en el Diario Oficial L 156 de 18 de junio de 2005, que establece que las instituciones de la Unión Europea no estarán temporalmente vinculadas por la obligación de redactar todos los actos en irlandés y de publicarlos en esta lengua, los Diarios Oficiales publicados en lengua irlandesa se comercializan aparte.

La suscripción al Suplemento del Diario Oficial (serie S: Anuncios de contratos públicos) reagrupa las 23 versiones lingüísticas oficiales en un solo DVD plurilingüe.

Previa petición, las personas suscritas al *Diario Oficial de la Unión Europea* podrán recibir los anexos del Diario Oficial. La publicación de estos anexos se comunica mediante una «Nota al lector» insertada en el *Diario Oficial de la Unión Europea*.

Venta y suscripciones

Las suscripciones a diversas publicaciones periódicas de pago, como la suscripción al *Diario Oficial de la Unión Europea*, están disponibles en nuestra red de distribuidores comerciales, cuya relación figura en la dirección siguiente de Internet:

http://publications.europa.eu/others/agents/index_es.htm

EUR-Lex (<http://eur-lex.europa.eu>) ofrece acceso directo y gratuito a la legislación de la Unión Europea. Desde este sitio puede consultarse el *Diario Oficial de la Unión Europea*, así como los Tratados, la legislación, la jurisprudencia y la legislación en preparación.

Para más información acerca de la Unión Europea, consulte: <http://europa.eu>

