



COMISIÓN EUROPEA
DIRECCIÓN GENERAL
CENTRO COMÚN DE INVESTIGACIÓN
Instituto de Prospectiva Tecnológica (Sevilla)
Oficina Europea de IPPC

Prevención y Control Integrados de la Contaminación (IPPC)

Resumen

**Documento de referencia sobre las mejores técnicas
disponibles
en el ámbito de las grandes instalaciones de combustión**

Mayo de 2005

RESUMEN

En este resumen se exponen los principales resultados y conclusiones más importantes a que se ha llegado acerca de las mejores técnicas disponibles (MTD), así como los niveles de emisión asociados a éstas. Puede leerse y entenderse como un documento independiente pero, por tratarse de un resumen, no abarca toda la complejidad del documento de referencia (BREF) completo (p. ej., las secciones de las MTD detalladas). El presente documento no pretende, por lo tanto, sustituir al texto BREF completo para ser utilizado como instrumento en la toma de decisiones; se recomienda, además, que el presente resumen se lea simultáneamente con el prefacio e introducción general de las secciones de las MTD. Más de 60 expertos de los Estados miembros y de los sectores implicados, así como ONG de medio ambiente, han participado en este intercambio de información.

Ámbito de aplicación

El presente BREF cubre, en general, las instalaciones de combustión con una potencia térmica nominal superior a 50 MW. Quedan incluidas en este capítulo la generación de electricidad y las demás industrias consumidoras de combustibles «tradicionales» (que se obtienen a través de canales comerciales y responden a especificaciones) cuyas unidades de combustión no están incluidas en ningún otro BREF sectorial. Se consideran combustibles tradicionales la hulla, el lignito, la biomasa, la turba, los combustibles líquidos y gaseosos (incluidos el hidrógeno y el biogás). No se incluye la incineración de residuos, pero sí la combustión conjunta de residuos y de combustible de recuperación en grandes instalaciones de combustión. El BREF cubre, no sólo la unidad de combustión, sino también las actividades anteriores y posteriores directamente ligadas al proceso de combustión en sí. Las instalaciones de combustión que utilizan como combustible residuos de procesos industriales o subproductos, o combustibles que no se pueden vender en el mercado como combustibles que responden a especificaciones, así como los procesos de combustión que forman parte integrante de un determinado proceso de producción, no están cubiertos por este BREF.

Información recogida

Para la realización del texto se ha utilizado un gran número de documentos, informes y datos procedentes de los Estados miembros, de la industria, de los operadores, de las administraciones públicas y de proveedores de equipamiento industrial y ONG ecologistas. También se ha recogido información de visitas *in situ* efectuadas a distintos Estados miembros, o de contactos personales habidos con motivo de actividades de selección de tecnologías o de aplicación de técnicas de reducción.

Estructura del documento

El sector de la generación de electricidad o de calor es en Europa un sector diversificado. La generación de energía utiliza diferentes combustibles que, en general, pueden clasificarse, según su estado de agregación, en sólidos, líquidos y gaseosos. Por ello, el presente documento se ha estructurado de forma vertical, combustible por combustible, aunque algunos aspectos y técnicas son comunes y se presentan conjuntamente en los tres capítulos introductorios.

La industria europea de la energía

Para la generación de electricidad y calor, en la Unión Europea se utilizan todos los tipos de fuentes de energía que existen. Los recursos energéticos de que se dispone a nivel nacional (hulla, lignito, biomasa, turba, petróleo o gas natural) inciden en gran parte en la elección del combustible utilizado para la generación de energía en cada Estado miembro. Desde 1990, la cantidad de electricidad generada a partir de combustibles fósiles ha aumentado en un 16 % aproximadamente, y la demanda, en un 14 %. La cantidad de electricidad generada a partir de fuentes de energía renovable (incluidas la energía hidráulica y la biomasa) muestra un incremento medio del 20 % aproximadamente.

Las instalaciones de combustión pueden funcionar, según la demanda o las necesidades energéticas, bien como centrales destinadas al suministro público, o como centrales de

Concluding Remarks

combustión industrial generadoras de energía (p. ej., electricidad o energía mecánica), vapor o calor destinado a procesos industriales.

Tecnologías utilizadas

En general, la generación de energía utiliza varias tecnologías de combustión. Tratándose de la combustión de combustibles sólidos, la combustión de carbón pulverizado, la combustión en lecho fluido y la combustión en parrilla son consideradas todas MTD según las condiciones que figuran en este documento. Tratándose de combustibles líquidos y gaseosos, las calderas, los motores y las turbinas de gas son MTD según las condiciones que figuran en este documento.

La elección del sistema empleado en una instalación depende de criterios económicos, técnicos, medioambientales y locales, como la disponibilidad de los combustibles, las necesidades de funcionamiento, las condiciones de mercado, las exigencias de la red. La electricidad suele generarse mediante la producción de vapor en una caldera alimentada por el combustible que se hubiera seleccionado; el vapor mueve una turbina que hace funcionar un generador productor de electricidad. La eficiencia inherente al ciclo del vapor está limitada por la necesidad de condensar el vapor al salir de la turbina.

Algunos combustibles líquidos y gaseosos pueden quemarse directamente para mover las turbinas con los gases de combustión, o pueden utilizarse en motores de combustión interna que a su vez hacen funcionar los generadores. Cada tecnología ofrece al operador ventajas distintas, especialmente en función de su capacidad de adaptarse a las variaciones de la demanda de energía.

Aspectos medioambientales

La mayoría de las instalaciones de combustión utilizan combustible y otras materias primas procedentes de recursos naturales y los convierten en energía útil. Los combustibles fósiles son la fuente de energía más abundante que se usa hoy en día. Ahora bien, su combustión tiene una repercusión apreciable y a veces considerable en el conjunto del medio ambiente, porque acarrea la generación de emisiones a la atmósfera, al agua y al suelo; las primeras se consideran uno de los mayores problemas medioambientales.

Las emisiones a la atmósfera derivadas de la combustión de combustibles fósiles más importantes son las de SO₂, NO_x, CO, partículas (PM₁₀) y gases de efecto invernadero, como el N₂O y el CO₂. También se emiten, en pequeñas cantidades, otras sustancias, como por ejemplo metales pesados, compuestos de haluros y dioxinas.

Condiciones

Los niveles de emisión que se relacionan con las MTD se basan en promedios diarios, medidos en condiciones estándar, a partir de unos niveles de O₂ del 6 %, 3 % y 15 % (para combustibles sólidos / líquidos y gaseosos / turbinas de gas), niveles que se consideran una situación de carga típica. Es necesario tener en cuenta la eventualidad de cargas excepcionales, periodos de puesta en marcha o de cierre, así como la posibilidad de problemas de funcionamiento de los sistemas de limpieza de los gases de combustión, valores anormales de corta duración, que pueden hacer aumentar los niveles considerados.

Descarga, almacenamiento y manejo de combustibles y aditivos

En el cuadro 1 se presentan algunas MTD destinadas a evitar las emisiones procedentes de la descarga, el almacenamiento y el manejo de combustibles, así como de aditivos tales como la cal, la piedra caliza, el amoníaco, etc.

	MTD
Partículas	<p>?? Utilización de equipos de carga y descarga que reduzcan la altura de caída del combustible con el fin de disminuir la generación de polvo fugitivo (combustibles sólidos)</p> <p>?? En países donde no hiela, utilización de sistemas de rociado con agua para reducir la formación de polvo fugitivo en el almacenamiento (combustibles sólidos)</p> <p>?? Ubicación de las cintas transportadoras en zonas seguras, abiertas y en superficie, de forma que se eviten los daños causados por vehículos u otros equipos (combustibles sólidos)</p> <p>?? Utilización de cintas transportadoras cerradas y provistas de dispositivos sólidos y bien concebidos de extracción y filtración en los puntos de conexión para evitar la emisión de polvo (combustibles sólidos)</p> <p>?? Racionalización de los sistemas de transporte con el fin de minimizar la generación y transporte de polvo <i>in situ</i> (combustibles sólidos)</p> <p>?? Adopción de buenas prácticas en las actividades de concepción y construcción, así como en el mantenimiento (todos los combustibles)</p> <p>?? Almacenamiento de cal o piedra caliza en locales con dispositivos de extracción y filtración sólidos y bien concebidos (todos los combustibles)</p>
Contaminación del agua	<p>?? El almacenamiento debe hacerse en superficies cerradas y debe estar provisto de desagües y de recogida y tratamiento del agua mediante decantación (combustibles sólidos)</p> <p>?? Utilización de sistemas de almacenamiento de combustibles líquidos en recintos impermeables capaces de contener un 75 % de la capacidad máxima de todos los depósitos o, al menos, el volumen máximo del mayor de ellos; deberá estar indicado el contenido de los depósitos y existir alarmas; se pueden establecer sistemas automáticos de control para evitar el llenado excesivo de los depósitos (combustibles sólidos)</p> <p>?? Las conducciones deberán estar situadas en lugares seguros, abiertos y en superficie, de forma que las fugas puedan detectarse inmediatamente y se eviten los daños causados por vehículos u otros equipos; tratándose de conducciones no accesibles, se podrán utilizar tubos de doble cubierta con espaciado controlado automáticamente (combustibles líquidos y gaseosos)</p> <p>?? Recolección de la escorrentía superficial (agua de lluvia) en zonas de almacenamiento que pudiera arrastrar restos de combustible, y tratamiento de las mismas (mediante decantación o tratamiento de aguas residuales) antes de su vertido (combustibles sólidos)</p>
Prevención de incendios	<p>?? Vigilancia de zonas de almacenamiento de combustibles sólidos mediante sistemas automáticos de detección de incendios causados por autoinflamación; determinación de puntos de riesgo (combustibles sólidos)</p>
Emisiones fugitivas	<p>?? Utilización de sistemas de detección de fugas de gas combustible y alarmas (combustibles líquidos y gaseosos)</p>
Utilización eficiente de los recursos naturales	<p>?? Utilización de turbinas de expansión para recuperar el contenido de energía de los gases presurizados (gas natural en conducciones a presión) (combustibles líquidos y gaseosos)</p> <p>?? Pre calentamiento del gas combustible mediante el calor sobrante de la caldera o la turbina de gas (combustibles líquidos y gaseosos)</p>
Salud y seguridad en relación con el amoníaco	<p>?? Para manejar y almacenar amoníaco licuado puro: los depósitos a presión >100 m³ deberán construirse subterráneos y con doble pared; los depósitos de 100 m³ o menos deberán contar en su fabricación con técnicas de recocido (todos los combustibles)</p> <p>?? Desde el punto de vista de la seguridad, el uso de soluciones de amoníaco en agua es menos peligroso que el almacenamiento y manejo de amoníaco licuado puro (todos los combustibles).</p>

Cuadro 1: Algunas MTD en materia de almacenamiento y manejo de combustibles y aditivos

Pretratamiento de combustibles

El pretratamiento de combustibles sólidos consiste fundamentalmente en operaciones de mezclado destinadas a garantizar unas condiciones de combustión estables y reducir emisiones punta. Para reducir la cantidad de agua de la turba y la biomasa, el secado del combustible puede ser considerado también una de las MTD. Tratándose de combustibles líquidos, entra en las MTD el empleo de dispositivos de pretratamiento, tales como unidades de limpieza del gasóleo combustible diesel destinado a motores y turbinas de gas. El tratamiento del fuelóleo pesado (HFO) se realiza con dispositivos tales como calentadores eléctricos o con serpentín de vapor, sistemas dosificadores desmenuzantes, etc.

Eficiencia térmica

La prudencia en la gestión de los recursos naturales y la eficiencia en la utilización de la energía, son dos imperativos fundamentales recogidos en la Directiva IPPC. En este sentido, la eficiencia en la generación de la energía es un indicador importante de las emisiones de CO₂, gas que tiene repercusiones climáticas. Una forma de reducir la emisión de CO₂ por unidad de energía generada es la optimización del consumo de energía y del proceso de generación. Si se aumenta la eficiencia térmica se incide directamente en las condiciones de carga, en el sistema de enfriado, en las emisiones, en el tipo de combustible utilizado, etc.

La cogeneración de electricidad y calor es posiblemente la mejor opción a la hora de reducir globalmente las emisiones de CO₂, una opción de interés para cualquier nueva central eléctrica cuando la demanda local de calor sea lo suficientemente alta como para justificar la construcción de una instalación de cogeneración, más costosa que una simplemente térmica o eléctrica. En los cuadros 3 a 5 se resumen las conclusiones sobre MTD en materia de aumento de la eficiencia, así como los niveles asociados a ellas. En este sentido hay que señalar que las centrales de fuelóleo pesado (HFO) arrojan una eficiencia similar a las de hulla.

Combustible	Técnica combinada	Eficiencia térmica de la unidad (neta) (%)	
		Instalaciones nuevas	Instalaciones existentes
Hulla y lignito	Cogeneración	75 – 90	75 – 90
Hulla	CCP (CFS y CFH)	43 – 47	El margen de mejora de la eficiencia térmica depende de la instalación concreta, pero, de forma indicativa, la aplicación de las MTD en instalaciones existentes podría ascender a un 36* – 40 %, o un incremento de más de 3 puntos porcentuales.
	CLF	>41	
	CLFP	>42	
Lignito	CCP (CFS)	42 – 45	
	CLF	>40	
	CLFP	>42	
CCP: combustión de carbón pulverizado CFS: caldera de fondo seco CFH: caldera de fondo húmedo CLF: combustión en lecho fluido CLFP: combustión en lecho fluido a presión * Este valor dio lugar a división de opiniones, que se exponen en el punto 4.5.5 del documento principal			

Cuadro 2: Niveles de eficiencia térmica asociados con la aplicación de medidas de MTD en instalaciones de combustión de hulla y lignito

Combustible	Técnica combinada	Eficiencia térmica de la unidad (neta) (%)	
		Efficiencia eléctrica	Utilización del combustible (C)
Biomasa	Combustión en parrilla	20 aprox.	Según las aplicaciones específicas de la instalación y la demanda de electricidad y calor
	Parrilla mecánica plana	>23	
	CLF (CLFC)	>28 – 30	
Turba	CLF (CLFB y CLFC)	>28 – 30	
CLF: combustión en lecho fluido CLFC: combustión en lecho fluido circulante CLFB: combustión en lecho fluido burbujeante C: cogeneración			

Cuadro 3: Niveles de eficiencia térmica asociados con la aplicación de medidas de MTD en instalaciones de combustión de turba y biomasa

No se han determinado niveles de eficiencia térmica para la utilización de combustibles líquidos en calderas y motores. Sin embargo, en las diferentes secciones sobre las MTD se especifican algunas técnicas que pueden ser tenidas en cuenta.

Tipo de instalación	Eficiencia eléctrica (%)		Utilización del combustible (%)
	Instalaciones nuevas	Instalaciones existentes	Instalaciones nuevas y existentes
Turbina de gas			
Turbina de gas	36 – 40	32 – 35	-
Motor de gas			
Motor de gas	38 – 45		-
Motor de gas con GVRC en instalaciones C	>38	>35	75 – 85
Caldera de gas			
Caldera de gas	40 – 42	38 – 40	
TGCC (Turbina de gas de ciclo combinado)			
Ciclo combinado con o sin alimentación suplementaria (GVRC) en instalaciones eléctricas únicamente	54 – 58	50 – 54	-
Ciclo combinado sin alimentación suplementaria (GVRC) en instalaciones C	<38	<35	75 – 85
Ciclo combinado con alimentación suplementaria en instalaciones C	<40	<35	75 – 85
GVRC: generador de vapor con recuperación de calor C: cogeneración			

Cuadro 4: Niveles de eficiencia asociados con la aplicación de MTD en instalaciones de combustión de gas

Emisiones de partículas (polvo)

Las partículas (polvo) emitidas en la combustión de combustibles sólidos o líquidos proceden casi en su totalidad de su fracción mineral. Tratándose de combustibles líquidos, una combustión deficiente acarrea la formación de hollín. La combustión de gas natural no es una fuente significativa de emisiones de polvo. En este caso, los niveles de emisión de polvo se suelen situar, sin adoptar ninguna medida técnica suplementaria, muy por debajo de los 5 mg/Nm³.

Para eliminar el polvo de los gases de combustión de instalaciones de combustión nuevas y existentes, se considera MTD la utilización de un precipitador electrostático (PE) o de un filtro de tela (FT); el filtro logra normalmente unos niveles de emisión inferiores a los 5 mg/Nm³. La utilización de ciclones y colectores mecánicos por sí solos no se considera MTD, pero pueden utilizarse como pretratamiento de limpieza en el procesado de los gases de combustión.

En el cuadro 5 figuran las conclusiones sobre MTD en materia de eliminación del polvo, así como los niveles de emisión asociados a ellas. Tratándose de instalaciones de combustión de más de 100 MW_{th}, y especialmente de más de 300 MW_{th}, los niveles de polvo son menores gracias a las técnicas DGC, que ya figuran en las conclusiones sobre MTD en materia de desulfuración, pero que también reducen la emisión de partículas.

Capacidad (MW _{th})	Nivel de emisión de polvo (mg/Nm ³)	MTD para alcanzar estos niveles
-------------------------------	---	---------------------------------

	Hulla y lignito		Biomasa y turba		Combustible líquido para calderas		
	Instalaciones nuevas	Instalaciones existentes	Instalaciones nuevas	Instalaciones existentes	Instalaciones nuevas	Instalaciones existentes	
50 – 100	5 – 20*	5 – 30*	5 – 20	5 – 30	5 – 20*	5 – 30*	PE o FT
100 – 300	5 – 20*	5 – 25*	5 – 20	5 – 20	5 – 20*	5 – 25*	PE o FT en combinación con DGC (h, ss ó iss)
>300	5 – 10*	5 – 20*	5 – 20	5 – 20	5 – 10*	5 – 20*	en CCP PE o FT en CLF

Notas:
PE: precipitador electrostático **FT:** filtro textil **DGC(h):** desulfuración húmeda de gases de combustión
CLF: combustión en lecho fluido **ss:** semiseca **iss:** inyección de sorbente seco
 * Estos valores dieron lugar a división de opiniones, que se exponen en los puntos 4.5.6 y 6.5.3.2 del documento principal

Cuadro 5: MTD para la reducción de emisiones de partículas en algunas instalaciones de combustión

Metales pesados

La emisión de metales pesados se produce porque son componentes naturales de los combustibles fósiles. La mayoría de los metales pesados pertinentes (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, V, Zn) se emiten normalmente como compuestos (p. ej., óxidos, cloruros) en asociación con partículas. Por ello, las MTD destinadas a reducir la emisión de metales pesados consisten, en general, en la aplicación de dispositivos de eliminación del polvo de elevado rendimiento, tales como PE o FT.

Sólo Hg y Se se encuentran al menos parcialmente presentes en la fase de vapor. El mercurio presenta una presión de vapor elevada a las temperaturas normales de funcionamiento de los dispositivos de control, y su recogida con ayuda de métodos de eliminación del polvo da resultados muy variables. Con la utilización de PE o FT en combinación con técnicas de DGC, tales como la depuración húmeda con caliza, la depuración por secadores atomizadores o la inyección de sorbente seco, pueden obtenerse unos índices de eliminación del Hg del 75 % (50 % con PE y 50 % con DGC) y del 90 % si se utiliza al mismo tiempo una técnica de reducción catalítica selectiva (RCS) para el polvo.

Emisiones de SO₂

La presencia de azufre en el combustible puede dar lugar a emisiones de óxidos de azufre. En general se considera que el gas natural no contiene azufre. No es el caso de ciertos gases industriales para los que puede ser necesaria la desulfuración del combustible gaseoso.

En general, tratándose de instalaciones alimentadas por combustibles sólidos y líquidos, se consideran MTD el empleo de combustibles con poco azufre y las técnicas de desulfuración. Pero, en instalaciones de más de 100 MW_{th}, el empleo de combustibles de bajo contenido de azufre sólo puede ser, en la mayoría de los casos, una medida suplementaria de reducción de emisiones de SO₂ que actúa en combinación con otras medidas.

Aparte de la utilización de combustibles con poco azufre, las técnicas consideradas MTD son la depuración por vía húmeda (índice de reducción: 92 % – 98 %) y la desulfuración mediante secadores atomizadores (85 % – 92 %), técnicas que abarcan hoy en día más de un 90 % del mercado. Las técnicas de DGC en seco, como la inyección de sorbente seco, se utilizan principalmente en instalaciones con una capacidad térmica inferior a los 300 MW_{th}. La depuración por vía húmeda tiene la ventaja de reducir también las emisiones de HCl, HF, polvo y metales pesados. Por su alto coste, los procesos de depuración por vía húmeda no se consideran MTD en instalaciones de capacidad inferior a 100 MW_{th}.

Capacidad (MW _{th})	Nivel de emisión de SO ₂ (mg/Nm ³)						MTD para alcanzar estos niveles
	Carbón y lignito		Turba		Combustible líquido para calderas		
	Instalaciones nuevas	Instalaciones existentes	Instalaciones nuevas	Instalaciones existentes	Instalaciones nuevas	Instalaciones existentes	
50 – 100	200 – 400* 150 – 400* (CLF)	200 – 400* 150 – 400* (CLF)	200 – 300	200 – 300	100 – 350*	100 – 350*	Combustible con poco azufre y/o DGC (iss, ss ó h) (según tamaño de la instalación). Depuración con agua de mar. Técnicas combinadas para la reducción de los NO _x y el SO ₂ . Inyección de caliza (CLF).
100 – 300	100 – 200	100 – 250*	200 – 300 150 – 250 (CLF)	200 – 300 150 – 300 (CLF)	100 – 200*	100 – 250*	
>300	20 – 150* 100 – 200 (CLFC/ CLFP)	20 – 200* 100 – 200* (CLFC/ CLFP)	50 – 150 50 – 200 (CLF)	50 – 200	50 – 150*	50 – 200*	

Notas:
CLF: combustión en lecho fluido
CLFP: combustión en lecho fluido a presión
DGC(h): desulfuración húmeda de gases de combustión
DGC(sa): Desulfuración de gases de combustión mediante un secador atomizador
DGC(iss): Desulfuración de gases de combustión mediante inyección de sorbente seco
 * Estos valores dieron lugar a división de opiniones, que se exponen en los puntos 4.5.8 y 6.5.3.3 del documento principal

Cuadro 6: MTD para la reducción de emisiones de SO₂ en algunas instalaciones de combustión

Emisiones de NO_x

Los principales óxidos de nitrógeno emitidos en la combustión son el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂), conocidos como NO_x.

Tratándose de instalaciones de combustión de carbón pulverizado, la reducción de emisiones de NO_x mediante medidas primarias y secundarias, tales como la RCS, es MTD, con una reducción por este sistema que oscila entre el 80 % y el 95 %. El empleo de técnicas de RCS ó RNCS tiene el inconveniente de una posible emisión de amoníaco sin reaccionar (escape de amoníaco). Tratándose de pequeñas instalaciones alimentadas con combustibles sólidos, sin grandes variaciones en la carga y con una calidad estable del combustible, la técnica de RNCS es también considerada MTD para la reducción de las emisiones de NO_x.

Tratándose de instalaciones de combustión de lignito y turba pulverizados, se considera MTD la combinación de varias medidas primarias. Esto puede consistir, por ejemplo, en la utilización de quemadores avanzados con baja emisión de NO_x combinada con otras medidas primarias, tales como la recirculación de gases de combustión, la combustión en fases, la recombustión, etc. El uso de medidas primarias suele acarrear combustiones incompletas, lo que resulta en un mayor índice de carbono sin quemar en las cenizas volantes y algunas emisiones de monóxido de carbono.

Tratándose de calderas alimentadas por combustibles sólidos, se considera MTD la reducción de emisiones de NO_x a través de la distribución de aire o la recirculación de los gases de combustión. Hay una pequeña diferencia en las emisiones de NO_x procedentes de la combustión CLFB y CLFC.

En los cuadros 8, 9 y 10 se resumen las conclusiones sobre MTD en materia de reducción de emisiones de NO_x, con los niveles de emisión asociados a ellas para cada combustible.

Capacidad (MW _{th})	Técnica de combustión	Niveles de emisión de NO _x asociados a las MTD (mg/Nm ³)	Opciones de MTD para alcanzar estos niveles
-------------------------------	-----------------------	---	---

Concluding Remarks

		Instalaciones nuevas	Instalaciones existentes	Combustible	
50 – 100	Combustión en parrilla	200 – 300*	200 – 300*	Hulla y lignito	Mp y/o RNCS
	CCP	90 – 300*	90 – 300*	Hulla	Combinación de Mp y RNCS ó RCS
	CLFC y CLFP	200 – 300	200 – 300	Hulla y lignito	Combinación de Mp
	CCP	200 – 450	200 – 450*	Lignito	
100 – 300	CCP	90* – 200	90 – 200*	Hulla	Combinación de Mp con RCS o técnicas combinadas
	CCP	100 – 200	100 – 200*	Lignito	Combinación de Mp
	CLFB, CLFC y CLFP	100 – 200	100 – 200*	Hulla y lignito	Combinación de Mp y RNCS
>300	CCP	90 – 150	90 – 200	Hulla	Combinación de Mp con RCS o técnicas combinadas
	CCP	50 – 200*	50 – 200*	Lignito	Combinación de Mp
	CLFB, CLFC y CLFP	50 – 150	50 – 200	Hulla y lignito	Combinación de Mp
Notas: CCP: combustión de carbón pulverizado CLFB: combustión en lecho fluido burbujeante CLFC: combustión en lecho fluido circulante CLFP: combustión en lecho fluido a presión Mp: Medidas primarias para reducir los NO _x RCS: Reducción catalítica selectiva de los NO _x RNCS: Reducción no catalítica selectiva del NO _x El empleo de antracita puede producir un mayor nivel de emisiones de NO _x debido a las altas temperaturas de combustión * Estos valores dieron lugar a división de opiniones, que se exponen en el punto 4.5.9 del documento principal					

Cuadro 7: MTD para la reducción de emisiones de NO_x en instalaciones de combustión de hulla y lignito

Capacidad (MW _{th})	Nivel de emisión de NO _x (mg/Nm ³)				MTD para alcanzar estos niveles
	Biomasa y turba		Combustibles líquidos		
	Instalaciones nuevas	Instalaciones existentes	Instalaciones nuevas	Instalaciones existentes	
50 – 100	150 – 250	150 – 300	150 – 300*	150 – 450	Combinación de Mp, RNCS/RCS ó técnicas combinadas
100 – 300	150 – 200	150 – 250	50 – 150*	50 – 200*	
>300	50 – 150	50 – 200	50 – 100*	50 – 150*	
Notas: Mp: Medidas primarias para reducir los NO _x RCS: Reducción catalítica selectiva de los NO _x * Estos valores dieron lugar a división de opiniones, que se exponen en el punto 6.5.3.4 del documento principal					

Cuadro 8: MTD para la reducción de emisiones de NO_x en instalaciones de combustión de turba, biomasa y combustibles líquidos

Tratándose de turbinas de gas nuevas, los quemadores de premezclas anti-NO_x por vía seca (ANS) son las MTD. En el caso de turbinas de gas existentes, lo son la inyección de agua y vapor o la conversión a técnicas ANS. Tratándose de instalaciones de combustión de gas con motor fijo, las técnicas de mezcla pobre son las MTD, del mismo modo que lo son en las turbinas de gas las técnicas anti-NO_x por vía seca.

En la mayoría de las turbinas y motores de gas, la RCS también se considera la MTD. Adaptar un sistema RCS en una TGCC es algo técnicamente posible, pero no compensa

económicamente en instalaciones existentes. Esto se debe a que en el generador de vapor con recuperación de calor (GVRC) no está previsto espacio suficiente para ello.

Tipo de instalación	Niveles de emisión asociados a la MTD (mg/Nm ³)		Nivel de O ₂ (%)	Opciones de MTD para alcanzar estos niveles
	NO _x	CO		
Turbinas de gas				
Turbinas de gas nuevas	20 – 50	5 – 100	15	Quemadores de premezclas anti-NO _x por vía seca o RCS
ANS en turbinas existentes	20 – 75	5 – 100	15	Quemadores de premezclas anti-NO _x por vía seca en adaptaciones, cuando sea posible
Turbinas de gas existentes	50 – 90*	30 – 100	15	Inyección de agua y vapor o RCS
Motores de gas				
Motores de gas nuevos	20 – 75*	30 – 100*	15	Sistemas de mezcla pobre o RCS y catalizador de oxidación para el CO
Motores de gas nuevos con GVRC en instalaciones de C	20 – 75*	30 – 100*	15	Sistemas de mezcla pobre o RCS y catalizador de oxidación para el CO
Motores de gas existentes	20 – 100*	30 – 100	15	Puesta a punto para minimización de NO _x
Calderas de gas				
Calderas de gas nuevas	50 – 100*	30 – 100	3	Quemadores anti-NO _x o RCS o RNCS
Calderas de gas existentes	50 – 100*	30 – 100	3	
TGCC (Turbina de gas de ciclo combinado)				
TGCC nueva sin alimentación suplementaria (GVRC)	20 – 50	5 – 100	15	Quemadores de premezclas anti-NO _x por vía seca o RCS
TGCC existente sin alimentación suplementaria (GVRC)	20 – 90*	5 – 100	15	Quemadores de premezclas anti-NO _x por vía seca e inyección de vapor o RCS
TGCC nueva con alimentación suplementaria	20 – 50	30 – 100	Según instalación	Quemadores de premezclas anti-NO _x por vía seca y quemadores anti-NO _x para la caldera, o sistemas RCS ó RNCS
TGCC existente con alimentación suplementaria	20 – 90*	30 – 100	Según instalación	Quemadores de premezclas anti-NO _x por vía seca o inyección de agua y vapor y quemadores anti-NO _x para la caldera, o sistemas RCS ó RNCS
RCS: Reducción catalítica selectiva de NO _x RNCS: Reducción no catalítica selectiva de NO _x ANS: en seco, anti-NO _x GVRC: Generador de vapor con recuperación de calor C: Cogeneración TGCC: Turbina de gas de ciclo combinado * Estos valores dieron lugar a división de opiniones, que se exponen en el punto 7.5.4 del documento principal				

Cuadro 9: MTD para la reducción de emisiones de NO_x y CO en instalaciones de combustión de gas

Emisiones de CO

El monóxido de carbono (CO) siempre aparece como producto intermedio en los procesos de combustión; para minimizar las emisiones de CO, la MTD es la combustión completa, y para ello es necesario un diseño adecuado de los hornos, unas técnicas de alto nivel para la supervisión y control del funcionamiento y un buen mantenimiento del sistema de combustión. En las distintas secciones de las MTD se exponen niveles de emisión asociados al empleo de las MTD con diferentes combustibles; en el presente resumen, sin embargo, sólo se recogen los referentes a las instalaciones de combustión de gas.

Contaminación del agua

Concluding Remarks

Aparte de la contaminación del aire, las grandes instalaciones de combustión son también una importante fuente de vertidos de agua (aguas de refrigeración y aguas residuales) en ríos, lagos y entorno marino.

La escorrentía superficial (agua de lluvia) de las zonas de almacenamiento que pudiera arrastrar restos de combustible debe ser recogida y tratada (por decantación) antes de su vertido. En las centrales eléctricas a veces no es posible evitar la producción de pequeñas cantidades de agua contaminada con petróleo. Para evitar daños al medio ambiente, se considera MTD la utilización de pozos de separación del petróleo.

En lo relativo a la desulfuración mediante depuración por vía húmeda, la conclusión en materia de MTD es la utilización de instalaciones de tratamiento de aguas residuales. Una instalación de tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de tratamientos químicos destinados a eliminar los metales pesados y disminuir la cantidad de sólidos que llegan al agua. El tratamiento de las aguas incluye el reajuste del pH, la precipitación de los metales pesados y la eliminación de los sólidos. El documento completo recoge algunos niveles de emisión.

Residuos y desechos

El sector implicado ha estudiado ya en profundidad la utilización de los residuos y subproductos resultantes de la combustión para evitar que terminen en los vertederos. La mejor opción es el aprovechamiento y la reutilización, por lo que hay que dar prioridad a tales procedimientos. Existen muchas posibilidades diferentes de utilización de subproductos tales como las cenizas. Cada una de ellas responde a unos criterios específicos. No ha sido posible atender a todos estos criterios en el BREF. Los criterios de calidad van normalmente ligados a las propiedades estructurales de los residuos y a su contenido de sustancias perjudiciales, por ejemplo la cantidad de combustible no quemado, la solubilidad de los metales pesados, etc.

El producto final de la técnica de la depuración por vía húmeda es el yeso, producto que, en la mayoría de los países de la UE, puede ser ulteriormente comercializado. Puede adquirirse y utilizarse de la misma forma que el yeso natural. Casi todo el yeso producido en las centrales eléctricas se destina a la fabricación de placas de cartón-yeso. La pureza del yeso limita la cantidad de caliza que puede utilizarse en el proceso.

Combustión conjunta de residuos y combustible recuperado

Las grandes instalaciones de combustión, concebidas y explotadas de conformidad con las MTD, emplean técnicas y procedimientos eficaces de eliminación de polvo (incluidos, en parte, los metales pesados), SO₂, NO_x, HCl, HF y otros contaminantes, así como técnicas para evitar la contaminación del agua y el suelo. En general, estas técnicas son satisfactorias, por lo que pueden considerarse las MTD para la combustión conjunta de combustibles secundarios. Esto se basa en las conclusiones sobre las MTD y, más concretamente, en los niveles de emisión asociados al empleo de las MTD, expuestos en los capítulos específicos para cada combustible. Un mayor contenido de elementos contaminantes en el sistema de alimentación puede compensarse, hasta cierto punto, mediante una adaptación del sistema de limpieza de los gases de combustión, o una limitación del porcentaje de combustible secundario en la combustión conjunta.

Por lo que refiere a la incidencia de la combustión conjunta en la calidad de los residuos, la principal recomendación sobre las MTD es que se mantenga la calidad del yeso, las cenizas, la escoria y otros residuos al mismo nivel que si no se llevara a cabo la combustión conjunta de combustibles secundarios a efectos de reciclado. Si la combustión conjunta acarrea un aumento significativo del volumen de residuos y subproductos, o una mayor contaminación por metales (p. ej., Cd, Cr, Pb) o dioxinas, deberán tomarse medidas suplementarias.

Grado de consenso

En su conjunto, el documento cuenta con el fuerte respaldo de los miembros del Grupo de Trabajo Técnico. Sin embargo, el sector interesado y dos Estados miembros no refrendaron totalmente la versión final, e hicieron declaraciones de «división de opiniones» frente a algunas de las conclusiones presentadas en el documento, en particular a los niveles de eficiencia y de emisión asociados a las MTD en los casos de la hulla y el lignito, los combustibles líquidos y gaseosos, así como a la utilización de las RCS por razones económicas. Según afirmaban, los niveles de emisión asociados a la puesta en práctica de las MTD son, en general, demasiado bajos, tanto tratándose de instalaciones nuevas como existentes. Sin embargo, hay que señalar que los niveles superiores de emisión asociados a las MTD son, en particular tratándose de instalaciones existentes, similares a los VLE fijados en algunos Estados miembros. Una parte del sector ha dado a conocer su opinión particular acerca del grado en que este documento refleja las experiencias y las circunstancias de todas las grandes instalaciones de combustión. Esto refuerza la opinión de los miembros del GTT de que los niveles de las MTD son razonables, y refleja el hecho de que un gran número de instalaciones europeas se atienen ya a niveles considerados de MTD.

La CE está poniendo en marcha y subvencionando, a través de sus programas de IDT, una serie de proyectos sobre tecnologías limpias, nuevos tratamientos de los efluentes, tecnologías de reciclado y estrategias de gestión. Estos proyectos podrían, en principio, ser útiles para futuras versiones del BREF. Por lo tanto, se ruega a los lectores que informen a la Oficina Europea de Prevención y Control Integrados de la Contaminación de todos los resultados de las investigaciones que son pertinentes al ámbito de este documento (véase también el prefacio de este documento).