

DECISIÓN DE EJECUCIÓN DE LA COMISIÓN**de 26 de septiembre de 2014****por la que se establecen las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles (MTD) para la producción de pasta, papel y cartón, conforme a la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre las emisiones industriales***[notificada con el número C(2014) 6750]***(Texto pertinente a efectos del EEE)****(2014/687/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 con 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) definidos 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 las emisiones, expresadas como medias a corto y largo plazo, según proceda, y a las condiciones de referencia asociadas, el consumo y tipo de materias primas, el consumo de agua, la utilización de energía y la generación de residuos, así como sobre las técnicas empleadas, los controles asociados, los efectos entre distintos medios, la viabilidad técnica y económica y su evolución, y también sobre las mejores técnicas disponibles y las técnicas emergentes definidas tras considerar los temas mencionados en el artículo 13, apartado 2, letras a) y b), 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 esencial de los documentos de referencia MTD y presentan los resultados sobre las mejores técnicas disponibles, su descripción, la información necesaria para evaluar su aplicabilidad, los niveles de emisión correspondientes a las mejores técnicas disponibles, los controles asociados, los niveles de consumo asociados y, si procede, las medidas pertinentes de rehabilitación del emplazamiento.
- (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 de las instalaciones incluidas en el ámbito del capítulo II de dicha Directiva.
- (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 normales, las emisiones no superan los niveles de emisión asociados a las mejores técnicas disponibles que se describen 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 correspondientes a las MTD son desproporcionadamente elevados en comparación con el beneficio ambiental, debido a la ubicación geográfica, las condiciones ambientales locales 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 y contemplados en el artículo 14, apartado 1, letra c), de dicha Directiva deben basarse 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.

⁽¹⁾ DO L 334 de 17.12.2010, p. 17.

- (9) La Decisión de la Comisión de 16 de mayo de 2011 ⁽¹⁾ crea un foro para el intercambio de información en virtud del artículo 13 de la Directiva 2010/75/UE, sobre las emisiones industriales, que está compuesto por representantes de los Estados miembros, las industrias afectadas 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 20 de septiembre de 2013 el dictamen de dicho foro sobre el contenido propuesto del documento de referencia MTD para la producción de pasta, papel y cartón, y lo hizo público ⁽²⁾.
- (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 para la producción de pasta, papel y cartón 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 26 de septiembre de 2014.

Por la Comisión
Janez POTOČNIK
Miembro de la Comisión

⁽¹⁾ DO C 146 de 17.5.2011, p. 3.

⁽²⁾ <https://circabc.europa.eu/w/browse/6516b21a-7f84-4532-b0e1-52d411bd0309>.

ANEXO

CONCLUSIONES SOBRE LAS MTD PARA LA PRODUCCIÓN DE PASTA, PAPEL Y CARTÓN

ÁMBITO DE APLICACIÓN	79
CONSIDERACIONES GENERALES	80
NIVELES DE EMISIONES ASOCIADOS A LAS MTD	80
PERÍODOS PARA EL CÁLCULO DE VALORES MEDIOS PARA LAS EMISIONES AL AGUA	80
CONDICIONES DE REFERENCIA PARA LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS	80
PERÍODOS PARA EL CÁLCULO DE VALORES MEDIOS PARA LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS	81
DEFINICIONES	81
1.1 Conclusiones generales sobre las MTD para la industria de la pasta y el papel	84
1.1.1 Sistema de gestión ambiental	84
1.1.2 Gestión de materiales y mantenimiento correcto	85
1.1.3 Gestión de aguas y aguas residuales	86
1.1.4 Consumo de energía y eficiencia energética	87
1.1.5 Emisiones de olores	88
1.1.6 Monitorización de los principales parámetros del proceso y de las emisiones al agua y a la atmósfera ...	89
1.1.7 Gestión de residuos	91
1.1.8 Emisiones al agua	92
1.1.9 Ruido	93
1.1.10 Cierre definitivo	94
1.2 Conclusiones sobre las MTD para la fabricación de pasta kraft	94
1.2.1 Aguas residuales y emisiones al agua	94
1.2.2 Emisiones a la atmósfera	96
1.2.3 Generación de residuos	102
1.2.4 Consumo de energía y eficiencia energética	103
1.3 Conclusiones sobre las MTD para la fabricación de pasta al sulfito	104
1.3.1 Aguas residuales y emisiones al agua	104
1.3.2 Emisiones a la atmósfera	106
1.3.3 Consumo de energía y eficiencia energética	108
1.4 Conclusiones sobre las MTD para la fabricación de pasta mecánica y quimicomecánica	109
1.4.1 Aguas residuales y emisiones al agua	109
1.4.2 Consumo de energía y eficiencia energética	110
1.5 Conclusiones sobre las MTD para la fabricación a partir de papel para reciclar	111
1.5.1 Gestión de materiales	111

1.5.2	Aguas residuales y emisiones al agua	112
1.5.3	Consumo de energía y eficiencia energética	114
1.6	Conclusiones sobre las MTD para la fabricación de papel y procesos relacionados	114
1.6.1	Aguas residuales y emisiones al agua	114
1.6.2	Emisiones a la atmósfera	117
1.6.3	Generación de residuos	117
1.6.4	Consumo de energía y eficiencia energética	117
1.7	Descripción de las técnicas	118
1.7.1	Descripción de las técnicas de prevención y control de las emisiones atmosféricas	118
1.7.2	Descripción de las técnicas empleadas para reducir el uso de agua fresca y el caudal de aguas residuales y la carga de contaminantes de las aguas residuales	121
1.7.3	Descripción de las técnicas de prevención de la generación de residuos y de gestión de residuos	126

ÁMBITO DE APLICACIÓN

Estas conclusiones sobre las MTD corresponden a las actividades señaladas en los apartados 6.1.a) y 6.1.b) del anexo I a la Directiva 2010/75/UE, a saber, la producción integrada y no integrada en instalaciones industriales de:

- a) pasta de papel a partir de madera o de otras materias fibrosas;
- b) papel o cartón con una capacidad de producción superior a 20 toneladas diarias.

En particular, estas conclusiones se refieren a los procesos y actividades siguientes:

- i) fabricación de pasta química:
 - a) fabricación de pasta kraft (al sulfato),
 - b) fabricación de pasta al sulfito,
- ii) fabricación de pasta mecánica y quimicomecánica,
- iii) fabricación a partir de papel para reciclar con y sin destintado,
- iv) fabricación de papel y procesos conexos,
- v) todas las calderas de recuperación y hornos de cal utilizados en plantas de pasta y papel.

Estas conclusiones no se refieren a las siguientes actividades:

- i) producción de pasta a partir de materias primas fibrosas distintas de la madera (por ejemplo, pasta de plantas anuales),
- ii) motores de combustión interna estacionarios,
- iii) plantas de combustión para la generación de vapor y electricidad distintas de las calderas de recuperación,
- iv) secadores con quemadores internos para máquinas de fabricación de papel y estucadoras.

Otros documentos de referencia pertinentes para las actividades contempladas en las presentes conclusiones son los siguientes:

Documentos de referencia	Actividad
Sistemas de refrigeración industrial (ICS)	Sistemas de refrigeración industrial, como torres de refrigeración o intercambiadores de calor de placas
Efectos económicos y ambientales entre los distintos medios (ECM)	Efectos económicos y ambientales cruzados de las técnicas

Documentos de referencia	Actividad
Emisiones generadas por el almacenamiento (EFS)	Emisiones procedentes de depósitos, conducciones y productos químicos almacenados
Eficiencia energética (ENE)	Eficiencia energética en general
Grandes instalaciones de combustión (GIC)	Generación de vapor y electricidad para la fabricación de pasta y papel en centrales de combustión
Principios generales de monitorización (MON)	Monitorización de las emisiones
Incineración de residuos (WI)	Incineración en la planta y coincineración de residuos
Industrias de tratamiento de residuos (WT)	Preparación de residuos para usarlos como combustibles

CONSIDERACIONES GENERALES

Las técnicas relacionadas y descritas en estas conclusiones no son prescriptivas ni exhaustivas. Pueden utilizarse otras técnicas si garantizan al menos un nivel equivalente de protección del medio ambiente.

Salvo que se indique otra cosa, las conclusiones sobre las MTD son aplicables con carácter general.

NIVELES DE EMISIONES ASOCIADOS A LAS MTD

Cuando los niveles de emisiones asociados con las mejores técnicas disponibles (NEA-MTD) se den para un mismo periodo de cómputo del promedio en unidades diferentes [por ejemplo, valores de concentración y de carga (por tonelada de producción neta)], estas diferentes maneras de expresar los niveles de emisión deben considerarse como alternativas equivalentes.

En el caso de las plantas de pasta y papel integradas y multiproducto, los valores de NEA-MTD definidos para los distintos procesos (fabricación de pasta, fabricación de papel) y productos deben combinarse mediante una regla de adición teniendo en cuenta los niveles de emisión propuestos para cada proceso individual.

PERÍODOS PARA EL CÁLCULO DE VALORES MEDIOS PARA LAS EMISIONES AL AGUA

Salvo que se indique otra cosa, los periodos de referencia de valores medios asociados con los NEA-MTD para las emisiones al agua se definen como se indica a continuación.

Media diaria	Media de un periodo de muestreo de 24 horas obtenida como muestra compuesta proporcional al caudal ⁽¹⁾ o, si se demuestra que la estabilidad del caudal es suficiente, a partir de una muestra proporcional al tiempo ⁽¹⁾
Media anual	Media de todas las medias diarias obtenidas durante un año, ponderadas en función de la producción diaria, y expresada como masa de sustancias emitidas por unidad de masa de producción/materiales generados o procesados.

⁽¹⁾ En casos especiales, puede ser necesario aplicar un método de muestreo distinto (por ejemplo, muestra simple).

CONDICIONES DE REFERENCIA PARA LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Los NEA-MTD para las emisiones atmosféricas corresponden a condiciones estándar: gas seco, temperatura de 273,15 K y presión de 101,3 kPa. Cuando los NEA-MTD se expresan en valores de concentración, se indica el nivel de O₂ de referencia (% en volumen).

Conversión a la concentración de oxígeno de referencia

La fórmula para calcular la concentración de emisiones a un nivel de oxígeno de referencia es la siguiente:

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

siendo:

E_R (mg/Nm³) = concentración de emisiones corregida al nivel de oxígeno de referencia O_R

O_R (vol %) = nivel de oxígeno de referencia

E_M (mg/Nm³) = concentración medida de emisiones con respecto al nivel de oxígeno medido O_M

O_M (vol %) = nivel de oxígeno medido.

PERÍODOS PARA EL CÁLCULO DE VALORES MEDIOS PARA LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Salvo que se indique otra cosa, los periodos de cómputo de valores medios asociados con los NEA-MTD para las emisiones atmosféricas se definen como se indica a continuación.

Media diaria	Media de un período de 24 horas basada en medias horarias validadas obtenidas mediante medición continua.
Valor medio durante el período de muestreo	Valor medio de tres mediciones consecutivas de al menos 30 minutos cada una.
Media anual	Cuando se utilizan mediciones continuas: media de todas las medias horarias validadas. Cuando se utilizan mediciones periódicas: media de todos los «valores medios durante el período de muestreo» obtenidos durante un año.

DEFINICIONES

A los efectos de las presentes conclusiones sobre las MTD, son de aplicación las definiciones siguientes:

Término utilizado	Definición
Planta nueva	Planta autorizada por primera vez en la instalación tras la publicación de las presentes conclusiones sobre MTD, o sustitución completa de una planta sobre los cimientos existentes de la instalación tras la publicación de las presentes conclusiones.
Planta existente	Planta que no es nueva.
Reforma a gran escala	Cambio considerable del diseño o la tecnología de una planta o un sistema de atenuación con ajustes o sustituciones importantes de las unidades del proceso y el equipo correspondiente.
Nuevo sistema de reducción de partículas	Sistema de reducción de partículas utilizado por primera vez en la instalación después de la publicación de estas conclusiones sobre las MTD.
Sistema de reducción de partículas existente	Sistema de disminución de partículas que no es un nuevo sistema de reducción de partículas.
Gases olorosos no condensables (GNC)	Gases olorosos no condensables procedentes de la fabricación de pasta kraft.
Gases olorosos concentrados no condensables (GCNC)	Gases olorosos no condensables concentrados (o «gases olorosos concentrados»): gases que contienen TRS procedente de cocción, evaporación y separación de condensados.

Término utilizado	Definición
Gases olorosos concentrados	Gases olorosos concentrados no condensables (GCNC).
Gases olorosos diluidos	Gases olorosos no condensables diluidos: gases que contienen TRS que no son gases olorosos concentrados (por ejemplo, gases procedentes de depósitos, filtros de lavado, tolvas de astillas, filtros de lodos de cal, secadores).
Gases diluidos residuales	Gases diluidos de fuentes distintas de una caldera de recuperación, un horno de cal o un quemador de TRS.
Medición continua	Medición realizada con un sistema de medida automatizado (SAM) instalado de forma permanente en la planta.
Mediciones periódicas	Determinación de una medida (magnitud susceptible de medición) a intervalos de tiempo determinados utilizando un método manual o automático.
Emisiones difusas	Emisiones procedentes del contacto directo (no canalizado) de sustancias volátiles o partículas con el medio ambiente en condiciones operativas normales.
Producción integrada	Fabricación de pasta y papel o cartón en una misma planta. Normalmente, la pasta no se seca antes de fabricar el papel o el cartón.
Producción no integrada	Significa a) fabricación de pasta para el mercado en plantas que carecen de máquinas de fabricación de papel; o b) fabricación de papel o cartón utilizando únicamente pasta producida en otras plantas (pasta comercial).
Producción neta	i) En el caso de fábricas de papel: producción sin embalar y vendible que sale de la última bobinadora- antes de la transformación. ii) En el caso de estucadoras fuera de línea: producción a la salida de la estucadora. iii) En el caso de fábricas de tisú: producción vendible que sale de la máquina de tisú antes de cualquier operación de bobinado y sin tener en cuenta los mandriles. iv) En el caso de fábricas de pasta de mercado: producción después del embalado (ADt). v) En el caso de producción integrada: la producción neta de pasta corresponde a la producción después del embalado (ADt) más la pasta transferida a la producción de papel (pasta calculada con una sequedad del 90 %, es decir, secada al aire). Producción neta de papel: como en i).
Fábrica de papeles especiales	Fábrica que produce numerosas calidades de papel y cartón para aplicaciones especiales (industriales y no industriales) caracterizadas por propiedades determinadas y dirigidas a mercados finales relativamente pequeños o aplicaciones nicho que a menudo se diseñan para un cliente o un grupo de usuarios determinado. Son ejemplos de papeles especiales el papel de fumar, el papel de filtro, el papel metalizado, el papel térmico, el papel autocopiativo, las etiquetas adhesivas, el papel estucado de alto brillo y los revestimientos de yeso y papeles especiales para encerar, aislar, impermeabilizar cubiertas, asfaltar y otras aplicaciones o tratamientos especiales. Todas estas calidades quedan fuera de las categorías de papel normal.
Madera de frondosas	Madera procedente de especies arbóreas como el álamo, el haya, el abedul o el eucalipto, distintas de las de coníferas
Madera de coníferas	Madera procedente de coníferas, como el pino o el abeto, distintas de las de frondosas
Caustificación	Proceso del ciclo de la cal en el que el hidróxido (licor blanco) se regenera mediante la reacción $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3 (\text{s}) + 2 \text{OH}^-$

SIGLAS

Término utilizado	Definición
ADt	Tonelada métrica (de pasta) secada al aire; se expresa con una sequedad del 90 %.
AOX	Compuestos orgánicos halogenados medidos de conformidad con el método para aguas residuales recogido en la norma EN ISO: 9562.
CMP	Pasta quimicomecánica.
COT	Carbono orgánico total.
COV	Compuestos orgánicos volátiles según la definición del apartado 45 del artículo 3 de la Directiva 2010/75/UE.
CTMP	Pasta quimicotermomecánica
DBO	Demanda bioquímica de oxígeno. Cantidad de oxígeno disuelto que necesitan los microorganismos para descomponer la materia orgánica contenida en las aguas residuales.
DQO	Demanda química de oxígeno; cantidad de materia orgánica oxidable por medios químicos contenida en las aguas residuales (normalmente se refiere al análisis de oxidación con dicromato).
DTPA	Ácido dietilentriaminopentaacético (compuesto complejante y quelante utilizado en el blanqueo con peróxidos).
ECF	Blanqueo sin cloro elemental,
EDTA	Ácido etilendiaminotetraacético (compuesto complejante y quelante).
Fósforo total (P total)	El fósforo total (P total) expresado como P comprende el fósforo disuelto más todo el fósforo insoluble arrastrado al efluente en forma de precipitados o en el interior de los microorganismos.
H ₂ S	Sulfuro de hidrógeno.
LWC	Papel con estucado de bajo gramaje.
MS	Materia seca expresada como peso %.
Nitrógeno total (N total)	El nitrógeno total (N total) expresado como N comprende nitrógeno orgánico, amonio libre y amonio (NH ₄ ⁺ -N), nitritos (NO ₂ ⁻ -N) y nitratos (NO ₃ ⁻ -N).
NO _x	Suma de óxido de nitrógeno (NO) y dióxido de nitrógeno (NO ₂), expresada como NO ₂ .
NSSC	Pasta semiquímica al sulfito neutro.
RCF	Fibra reciclada.
SO ₂	Dióxido de azufre.
TCF	Blanqueo totalmente sin cloro.

Término utilizado	Definición
TMP	Pasta termomecánica.
TRS	Azufre reducido total. Suma de los siguientes compuestos olorosos de azufre reducido que se forman durante la fabricación de pasta: sulfuro de hidrógeno, metil-mercaptano, dimetilsulfuro y dimetildisulfuro expresados como azufre.
TSS	Total de sólidos en suspensión (en aguas residuales). Los sólidos en suspensión son pequeños fragmentos de fibras, cargas, finos, lodos biológicos no decantados (aglomerados de microorganismos) y otras partículas pequeñas.

1.1 CONCLUSIONES GENERALES SOBRE LAS MTD PARA LA INDUSTRIA DE LA PASTA Y EL PAPEL

Las conclusiones sobre las MTD específicas para cada proceso que se describen en las secciones 1.2 a 1.6 se aplicarán como complemento a las conclusiones MTD generales examinadas en la presente sección.

1.1.1 Sistema de gestión ambiental

MTD 1. Al objeto de mejorar el comportamiento ambiental global de las plantas de fabricación de pasta, papel y cartón, la MTD consiste en la implantación y adhesión a un sistema de gestión ambiental (SGA) con las siguientes características

- a) compromiso de la Dirección, incluida la dirección ejecutiva;
- b) definición de una política ambiental que promueva la mejora continua de las instalaciones por parte de la Dirección
- c) planificación y establecimiento de los procedimientos y objetivos necesarios, junto con la planificación financiera y las inversiones;
- d) aplicación de los procedimientos, prestando atención especialmente a:
 - i) la organización y la asignación de responsabilidades,
 - ii) la formación, la concienciación y las competencias profesionales,
 - iii) la comunicación,
 - iv) la participación de los empleados,
 - v) la documentación,
 - vi) el control eficaz de los procesos,
 - vii) los programas de mantenimiento,
 - viii) la preparación para las emergencias y la capacidad de reacción,
 - ix) la garantía del cumplimiento de la legislación ambiental;
- e) comprobación del comportamiento y adopción de medidas correctoras, haciendo especial hincapié en lo siguiente:
 - i) la monitorización y la medición (véase también el documento de referencia sobre los Principios generales de monitorización),
 - ii) las medidas correctivas y preventivas,
 - iii) el mantenimiento de registros,
 - iv) la auditoría independiente (si es posible), tanto interna como externa, dirigida a determinar si el SGA se ajusta o no a las disposiciones previstas, y si se ha aplicado y mantenido de la manera correcta;

- f) revisión del SGA por parte de la dirección ejecutiva para comprobar que siga siendo oportuno, adecuado y eficaz;
- g) seguimiento del desarrollo de nuevas tecnologías más limpias;
- h) análisis, tanto en la fase de diseño de una planta nueva como durante toda su vida útil, de las repercusiones medioambientales que podría acarrear el cierre de la instalación;
- i) realización periódica de evaluaciones comparativas con el resto del sector.

Aplicabilidad

El alcance (por ejemplo, el grado de detalle) y las características del SGA (por ejemplo, normalizado o no) dependerá, por regla general, de las características, dimensiones y nivel de complejidad de la instalación, y del rango de los impactos ambientales.

1.1.2 **Gestión de materiales y orden y limpieza**

MTD 2. La MTD consiste en aplicar los principios de orden y limpieza para minimizar las repercusiones ambientales del proceso de producción, empleando una combinación de las técnicas recogidas a continuación.

	Técnica
a	Selección cuidadosa y control de productos químicos y aditivos.
b	Análisis de entradas y salidas con un inventario químico, incluidas cantidades y propiedades toxicológicas.
c	Reducción del uso de productos químicos a la cantidad mínima exigida por las especificaciones de calidad del producto terminado.
d	Evitar el uso de sustancias nocivas (por ejemplo, dispersión con etoxilato de nonilfenol o agentes limpiadores o surfactantes) y sustitución por opciones menos dañinas.
e	Minimización de la aportación de sustancias al suelo por lixiviación, precipitación atmosférica y almacenamiento incorrecto de materias primas, productos y residuos.
f	Implantación de un programa de gestión de vertidos y ampliación de los métodos de contención de las fuentes relevantes para evitar la contaminación del suelo y de las aguas subterráneas.
g	Diseño adecuado de las conducciones y los sistemas de almacenamiento para mantener las superficies limpias y reducir la necesidad de lavado y limpieza.

MTD 3. Para reducir la liberación de agentes quelantes orgánicos que no son fácilmente biodegradables, como EDTA o DTPA, procedentes del blanqueo con peróxidos, la MTD consiste en utilizar una combinación de técnicas recogidas a continuación.

	Técnica	Aplicabilidad
a	Determinación de la cantidad de agentes quelantes liberados al ambiente por medio de mediciones periódicas.	No se aplica a fábricas que no utilizan agentes quelantes.
b	Optimización del proceso para reducir el consumo y la emisión de agentes quelantes no fácilmente biodegradables.	No se aplica a plantas que eliminan el 70 % o más del EDTA/DTPA en el tratamiento de las aguas residuales o en el proceso.
c	Utilizar preferiblemente agentes quelantes biodegradables o eliminables y retirar paulatinamente los no degradables.	La aplicabilidad depende de la disponibilidad de sustitutos apropiados (productos biodegradables que cumplan, por ejemplo, las necesidades de blancura de la pasta).

1.1.3 **Gestión de aguas y aguas residuales**

MTD 4. Para reducir la generación de aguas residuales y su carga contaminante procedente del almacenamiento y la preparación de la madera, la MTD consiste en utilizar una combinación de las técnicas que figuran a continuación.

	Técnica	Aplicabilidad
a	Descortezado en seco (véase la descripción en la sección 1.7.2.1)	Aplicabilidad limitada cuando se necesita una pureza y blancura elevadas con blanqueo TCF.
b	Manipular los troncos de forma que se evite la contaminación de la corteza y la madera con arena y piedras.	Aplicable con carácter general.
c	Pavimentar el parque de madera y, en particular, las superficies utilizadas para el almacenamiento de astillas.	La aplicación puede verse limitada por el tamaño del parque de madera y la zona de almacenamiento.
d	Controlar el caudal de las salpicaduras de agua y minimizar la escorrentía superficial procedente del parque de madera.	Aplicable con carácter general.
e	Recoger las aguas de escorrentía contaminadas procedentes del parque de madera y separar los sólidos en suspensión antes del tratamiento biológico.	La aplicabilidad puede verse limitada por el grado de contaminación del agua de escorrentía (baja concentración) y por el tamaño de la planta de tratamiento de aguas residuales (grandes volúmenes).

El caudal de efluentes asociado con la MTD procedente del descortezado en seco es de 0,5 — 2,5 m³/ADt.

MTD 5. Para reducir el consumo de agua fresca y la generación de aguas residuales, la MTD consiste en cerrar el circuito del agua en la medida en que sea técnicamente viable y adaptarlo a la calidad de la pasta y el papel fabricados utilizando una combinación de las técnicas que se recogen a continuación.

	Técnica	Aplicabilidad
a	Monitorizar y optimizar el consumo de agua	Aplicable con carácter general.
b	Evaluar las opciones de recirculación del agua	
c	Equilibrar el grado de cierre de los circuitos de agua con los posibles inconvenientes; añadir el equipo que sea necesario	
d	Separar el agua de sellado menos contaminada de las bombas de vacío y reutilizarla	
e	Separar el agua de refrigeración limpia del agua del proceso contaminada y reutilizarla	
f	Reutilizar agua del proceso en lugar de utilizar agua fresca (recirculación y cierre de circuitos de agua)	Aplicable a plantas nuevas y en el caso de reforma a gran escala. La aplicabilidad puede verse limitada por la calidad del agua o por las exigencias de calidad del producto o por causas técnicas (como precipitados o incrustaciones en el sistema de aguas) o aumentar las molestias debidas al mal olor.
g	Tratamiento en línea de (parte del) agua del proceso para mejorar su calidad y permitir la recirculación o la reutilización	Aplicable con carácter general.

Los caudales de aguas residuales asociados con la MTD en el punto de vertido después del tratamiento de las aguas residuales expresados como medias anuales son los siguientes:

Sector	Caudal de aguas residuales asociado a la MTD
Pasta kraft blanqueada	25 — 50 m ³ /ADt
Kraft sin blanqueo Pasta kraft sin blanquear	15 — 40 m ³ /ADt
Pasta para papel blanqueado al sulfito	25 — 50 m ³ /ADt
Pasta al magnefito	45 — 70 m ³ /ADt
Pasta para disolver	40 — 60 m ³ /ADt
Pasta NSSC	11 — 20 m ³ /ADt
Pasta mecánica	9 — 16 m ³ /t
CTMP y CMP	9 — 16 m ³ /ADt
Fábricas de papel RCF sin destintado	1,5 — 10 m ³ /t (el límite superior del intervalo corresponde principalmente a la fabricación de cartón plegable para cajas)
Fábricas de papel RCF con destintado	8 — 15 m ³ /t
Fábricas de papel tisú basado en RCF sin destintado	10 — 25 m ³ /t
Fábricas de papel no integradas	3,5 — 20 m ³ /t

1.1.4 Consumo de energía y eficiencia energética

MTD 6. Para reducir el consumo de combustible y energía en la fabricación de pasta y papel, la MTD es utilizar la técnica a) y una combinación de algunas de las otras técnicas que se recogen a continuación.

	Técnica	Aplicabilidad
a	Usar un sistema de gestión de la energía que reúna todas las características siguientes: i) Evaluación del consumo y la producción total de energía de la fábrica ii) Localización, cuantificación y optimización de los potenciales de recuperación de energía iii) Monitorización y protección de la situación optimizada de consumo de energía	Aplicable con carácter general.
b	Recuperar energía incinerando los residuos de la producción de pasta y papel con contenido orgánico y poder calorífico elevados, teniendo en cuenta la MTD 12	Aplicable únicamente si no es posible el reciclado o la reutilización de residuos de la producción de pasta y papel de elevado contenido orgánico y poder calorífico.

	Técnica	Aplicabilidad
c	Cubrir la mayor parte posible de la demanda de vapor y electricidad de los procesos de producción mediante la cogeneración de calor y electricidad (CHP)	Aplicable a todas las plantas nuevas y en el caso de reforma a gran escala de la planta de energía. La aplicabilidad en fábricas existentes puede ser limitada como consecuencia de la configuración de la fábrica y del espacio disponible.
d	Usar calor excedentario para secar la biomasa y los lodos, para calentar el agua de alimentación de la caldera y el agua del proceso, para la calefacción de los edificios, etc.	La aplicabilidad de esta técnica puede verse limitada si las fuentes de calor están muy alejadas.
e	Utilización de termocompresores	Técnica aplicable a plantas nuevas y existentes, para todas las calidades de papel y para máquinas estucadoras, siempre que se disponga de vapor a media presión.
f	Calorifugar las conexiones de las conducciones de vapor y condensados	Aplicable con carácter general.
g	Utilizar sistemas de eficientes para el desgote	
h	Utilizar motores, bombas y agitadores de alta eficiencia	
i	Utilizar variadores de frecuencia para ventiladores, compresores y bombas	
j	Ajustar la presión del vapor a la realmente necesaria	

Descripción

Técnica c): generación simultánea de calor y energía eléctrica o mecánica en un proceso único denominado central combinada de calor y electricidad (CHP). Las centrales CHP de las industrias de pasta y papel suelen utilizar turbinas de vapor y/o de gas. La viabilidad económica (ahorro realizable y tiempo de recuperación de la inversión) depende sobre todo del coste de la electricidad y los combustibles.

1.1.5 Emisiones de olores

En relación con las emisiones de gases sulfurados malolientes de las fábricas de pasta kraft y al sulfito, véanse las MTD para este proceso que se recogen en las secciones 1.2.2 y 1.3.2.

MTD 7. Para evitar y reducir las emisiones de compuestos olorosos procedentes del sistema de aguas residuales, la MTD consiste en una combinación de las técnicas que se recogen a continuación.

	Técnica
1. Aplicables a olores relacionados con el cierre de circuitos de agua	
a	Diseñar procesos de fabricación de papel, depósitos, conducciones y tinas para licores y aguas de manera que se eviten los tiempos de retención prolongados, las zonas muertas o las zonas con mezclado insuficiente en los circuitos de agua y las unidades relacionadas con ellos para evitar los depósitos no controlados y la degradación y descomposición de materia orgánica y biológica.
b	Usar biocidas, dispersantes y oxidantes (por ejemplo, para la desinfección catalítica con peróxido de hidrógeno) para controlar los olores y la proliferación de bacterias

	Técnica
c	Instalar procesos de tratamiento internos («riñones») para reducir la concentración de materia orgánica y el consiguiente riesgo de malos olores en el sistema de aguas blancas.
II. Aplicables a olores relacionados con el tratamiento de aguas residuales y la manipulación de lodos, para evitar las condiciones anaerobias de aguas residuales y lodos	
a	Implantar sistemas cerrados de aguas residuales con venteos controlados, utilizando en algunos casos productos químicos para limitar la formación de sulfuro de hidrógeno y para oxidar el que se forme.
b	Evitar el exceso de aireación en el los depósitos de homogeneización, pero manteniendo un mezclado suficiente.
c	Cerciorarse de que los depósitos de aireación tienen capacidad de aireación y propiedades de mezclado suficientes; revisar el sistema de aireación con regularidad.
d	Garantizar el correcto funcionamiento del clarificador secundario del depósito de lodos y de las bombas de retorno de lodos.
e	Limitar el tiempo de retención de los lodos en los almacenes de lodos enviando continuamente el lodo a las unidades de deshidratación.
f	Evitar el almacenamiento de aguas residuales en el depósito de rebosamiento durante más tiempo del necesario; mantener vacío el depósito de rebosamiento.
g	Si se usan secadores de lodos, tratar los gases de salida del secador térmico mediante depuración y/o biofiltración (filtros de compost, por ejemplo).
h	Evitar las torres de refrigeración de aire para efluentes de aguas sin tratar utilizando intercambiadores de calor de placas.

1.1.6 Monitorización de los principales parámetros del proceso y de las emisiones al agua y a la atmósfera

MTD 8. La MTD consiste en la monitorización de los principales parámetros del proceso como se indica en la tabla siguiente.

I. Monitorización de los principales parámetros del proceso importantes para las emisiones a la atmósfera

Parámetro	Frecuencia de seguimiento
Presión, temperatura y contenido de oxígeno, CO y vapor de agua de los gases de escape para los procesos de combustión	Continua

II. Monitorización de los principales parámetros del proceso importantes para las emisiones al agua

Parámetro	Frecuencia de supervisión
Caudal, temperatura y pH del agua	Continua
Contenido de P y N de la biomasa, índice de volumen de los lodos, exceso de amoníaco y ortofosfato en el efluente y examen microscópico de lodo biológico	Periódica
Caudal y contenido de CH ₄ del biogás producido en el tratamiento de aguas residuales anaerobias	Continua
Contenido de H ₂ S y CO ₂ del biogás producido en el tratamiento de aguas residuales anaerobias	Periódica

MTD 9. La MTD consiste en la monitorización de las emisiones a la atmósfera, como se explica a continuación, de manera regular, con la frecuencia indicada y de conformidad con las normas EN. Si no hay normas EN, la MTD consiste en aplicar las normas ISO u otras normas nacionales o internacionales que garanticen la obtención de datos de calidad científica equivalente.

	Parámetro	Frecuencia de supervisión	Fuente de emisiones	Controles asociados a
a	NO _x y SO ₂	Continua	Caldera de recuperación	MTD 21 MTD 22 MTD 36 MTD 37
		Periódica o continua	Horno de cal	MTD 24 MTD 26
		Periódica o continua	Caldera dedicada de TRS	MTD 28 MTD 29
b	Partículas	Periódica o continua	Caldera de recuperación (kraft) y horno de cal	MTD 23 MTD 27
		Periódica	Caldera de recuperación (sulfito)	MTD 37
c	TRS (incluyendo H ₂ S)	Continua	Caldera de recuperación	MTD 21
		Periódica o continua	Horno de cal y quemador especial de TRS	MTD 24 MTD 25 MTD 28
		Periódica	Emisiones difusas de distintas fuentes (como la línea de fibra, depósitos, tanques de astillas, etc.) y gases diluidos residuales	MTD 11 MTD 20
d	NH ₃	Periódica	Caldera de recuperación equipada con SNCR	MTD 36

MTD 10. La MTD consiste en la monitorización y medición de las emisiones al agua, como se explica a continuación, con la frecuencia indicada y en conformidad con las normas EN. Si no hay normas EN, la MTD consiste en aplicar las normas ISO u otras normas nacionales o internacionales que garanticen la obtención de datos de calidad científica equivalente.

	Parámetro	Frecuencia de supervisión	Controles asociados a
a	Demanda química de oxígeno (DQO) o Carbono orgánico total (TOC) ⁽¹⁾	Diaria ⁽²⁾ ⁽³⁾	MTD 19 MTD 33 MTD 40 MTD 45 MTD 50
b	DBO ₅ o DBO ₇	Semanal (una vez a la semana)	
c	Total de sólidos en suspensión (TSS)	Diaria ⁽²⁾ ⁽³⁾	
d	Nitrógeno total	Semanal (una vez a la semana) ⁽²⁾	
e	Fósforo total	Semanal (una vez a la semana) ⁽²⁾	
f	EDTA, DTPA ⁽⁴⁾	Mensual (una vez al mes)	

	Parámetro	Frecuencia de supervisión	Controles asociados a
g	AOX (según EN ISO 9562:2004) ⁽⁵⁾	Mensual (una vez al mes)	MTD 19: kraft blanqueado
		Bimensual (una vez cada dos meses)	MTD 33: salvo fábricas TCF y NSSC MTD 40: salvo fábricas CTMP y CMP MTD 45 MTD 50
h	Metales relevantes (por ejemplo, Zn, Cu, Cd, Pb, Ni)	Anual	

(¹) Hay una tendencia a sustituir la DQO por el COT por razones económicas y ambientales. Si ya se mide el COT como parámetro importante del proceso, no hay necesidad de medir la DQO; no obstante, debe establecerse una correlación entre los dos parámetros para la fuente de emisiones de que se trate y para la etapa de tratamiento de aguas residuales.

(²) También pueden utilizarse métodos analíticos rápidos. Los resultados de las pruebas rápidas deben verificarse con regularidad (por ejemplo, una vez al mes) respecto a las normas EN o, si la norma EN no existe, respecto a las normas ISO, nacionales o internacionales que garanticen la obtención de datos de calidad científica equivalente.

(³) En el caso de fábricas que funcionen menos de siete días a la semana, la frecuencia de supervisión de la DQO y el TSS puede reducirse para cubrir los días de funcionamiento, o bien ampliar el período de muestreo a 48 o 72 horas.

(⁴) Se aplica cuando en el proceso se utilizan EDTA o DTPA (quelantes).

(⁵) No se aplica a plantas en las que se pueda demostrar que no se generan AOX o que no se añaden en forma de aditivos químicos y materias primas.

MTD 11. La MTD consiste en monitorizar y evaluar las emisiones difusas de azufre reducido total procedentes de fuentes relevantes

Descripción

La evaluación de las emisiones difusas de azufre reducido total puede hacerse mediante medición y valoración periódica de las emisiones difusas procedentes de distintas fuentes (como la línea de fibra, depósitos, tolvas de astillas, etc.) a través de mediciones directas.

1.1.7 Gestión de residuos

MTD 12. Para reducir las cantidades de residuos enviados a eliminación, la MTD consiste en implantar un sistema de evaluación y gestión de residuos (que incluye un inventario de residuos) para facilitar la reutilización de los residuos o, si no es posible, su reciclado o, al menos, 'otras formas de recuperación', aplicando una combinación de las técnicas siguientes.

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad
a	Recogida por separado de las distintas fracciones de residuos (esto incluye la separación y clasificación de residuos peligrosos)	Véase la sección 1.7.3	Aplicable con carácter general.
b	Combinación de fracciones adecuadas de residuos para obtener mezclas que puedan valorizarse mejor		Aplicable con carácter general.
c	Pretratamiento de los residuos del proceso antes de la reutilización o el reciclado		Aplicable con carácter general.
d	Recuperación de materiales y reciclaje de residuos del proceso en la planta		Aplicable con carácter general.
e	Recuperación de energía <i>in situ</i> o para fuera de ella a partir de residuos de contenido orgánico elevado		Para el aprovechamiento fuera de la planta, la aplicabilidad depende de la disponibilidad de un tercero.

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad
f	Utilización externa de materiales		Depende de la disponibilidad de un tercero
g	Pretratamiento de residuos antes de la eliminación		Aplicable con carácter general.

1.1.8 Emisiones al agua

Se recoge más información sobre el tratamiento de aguas residuales en plantas de pasta y papel y de NEA-MTD específicos del proceso en las secciones 1.2 a 1.6.

MTD 13. Para reducir la emisiones de nutrientes (nitrógeno y fósforo) a las aguas receptoras, la MTD consiste en sustituir aditivos químicos con alto contenido en nitrógeno y fósforo por otros con bajo contenido en estos elementos.

Aplicabilidad

Aplicable si el nitrógeno de los aditivos químicos no es biodisponible (es decir, si no puede servir como nutriente en el tratamiento biológico) o si el balance de nutrientes es excedentario.

MTD 14. Para reducir las emisiones de contaminantes a las aguas receptoras, la MTD consiste en utilizar todas las técnicas indicadas a continuación.

	Técnica	Descripción
a	Tratamiento primario (físicoquímico)	Véase la sección 1.7.2.2
b	Tratamiento secundario (biológico) ⁽¹⁾	

⁽¹⁾ No se aplica a plantas en las que la carga biológica de las aguas residuales después del tratamiento primario es muy baja, como ocurre en algunas fábricas que fabrican productos especiales.

MTD 15. Si es necesario eliminar más sustancias orgánicas, nitrógeno o fósforo la MTD es la aplicación de un tratamiento terciario, como se describe en la sección 1.7.2.2.

MTD 16. Para reducir las emisiones a las aguas receptoras de contaminantes procedentes de plantas de tratamiento biológico de aguas residuales, la MTD consiste en utilizar todas las técnicas indicadas a continuación.

	Técnica
a	Diseño y explotación correctos de la planta de tratamiento biológico
b	Control regular de la biomasa activa
c	Ajuste del aporte de nutrientes (nitrógeno y fósforo) a las necesidades reales de la biomasa activa

1.1.9 **Ruido**

MTD 17. Para reducir las emisiones de ruido generadas por la fabricación de pasta y papel, la MTD consiste en usar una combinación de las técnicas siguientes.

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad
a	Programa de reducción del ruido	Un programa de reducción del ruido comprende la identificación de fuentes y áreas afectadas, cálculos y mediciones de los niveles de ruido para ordenar las fuentes en función del nivel acústico e identificación de la combinación de técnicas más eficaces en relación con el coste, seguido de su implantación y monitorización.	Aplicable con carácter general.
b	Planificación estratégica de la ubicación del equipamiento, las unidades y los edificios	Los niveles de ruido pueden atenuarse aumentando la distancia entre el emisor y el receptor y utilizando los edificios como pantallas antirruído.	En general, aplicable únicamente a las nuevas plantas. En el caso de plantas existentes, la reubicación de la maquinaria y de las unidades de producción puede verse limitada por la falta de espacio o por costes excesivos.
c	Técnicas de explotación y gestión de los edificios que albergan maquinaria ruidosa	Esto abarca las siguientes medidas: — mejora de la inspección y el mantenimiento del equipo para evitar averías, — cierre de puertas y ventanas de las zonas cubiertas, — manejo de la maquinaria por personal especializado, — evitar actividades ruidosas en horario nocturno, — medidas de control del ruido durante las actividades de mantenimiento.	Aplicable con carácter general.
d	Confinamiento de máquinas y unidades ruidosas	Confinamiento de maquinaria ruidosa, como los equipos de manipulación de la madera, las máquinas hidráulicas y los compresores, en estructuras independientes, tales como edificios o cabinas insonorizadas con revestimientos interiores y exteriores que absorban el ruido.	
e	Uso de máquinas poco ruidosas y de reductores del ruido en equipos y conducciones		
f	Aislamiento de las vibraciones	Aislamiento de las vibraciones de maquinaria y desacoplamiento de las fuentes de ruido y de componentes que pueden entrar en resonancia.	
g	Aislamiento acústico de edificios	Esto puede incluir lo siguiente: — materiales absorbentes del sonido en paredes y techos, — puertas aislantes del ruido, — ventanas de doble acristalamiento.	

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad
h	Atenuación del ruido	La propagación del ruido puede limitarse intercalando barreras entre emisores y receptores. Son barreras apropiadas los muros de protección, los taludes y los edificios. Son técnicas adecuadas de atenuación del ruido el montaje de silenciadores y atenuadores en equipos ruidosos, como las válvulas de seguridad de vapor y de venteos de secadores.	En general, aplicable únicamente a las nuevas plantas. En el caso de plantas existentes, la intercalación de obstáculos puede estar limitada por falta de espacio.
i	Uso de máquinas de manipulación de madera más grandes para acortar los tiempos de elevación y transporte y el ruido de los troncos cuando caen en los apilamientos en la mesa de alimentación.		Aplicable con carácter general.
j	Mejora de los métodos de trabajo; por ejemplo, soltar los troncos en los apilamientos o en la mesa de alimentación desde una altura inferior; comunicación inmediata del nivel de ruido para los trabajadores.		

1.1.10 Cierre definitivo

MTD 18. Para evitar el riesgo de contaminación cuando se cierra una planta, la MTD consiste en aplicar las técnicas generales descritas a continuación.

	Técnica
a	Evitar durante el diseño los depósitos y las conducciones bajo tierra, o documentar correctamente su ubicación.
b	Redactar instrucciones para vaciar el equipo, los depósitos y las conducciones del proceso.
c	Asegurar el cierre limpio cuando se clausuren las instalaciones, por ejemplo para limpiar y rehabilitar el terreno. Siempre que sea posible hay que proteger las funciones naturales del suelo.
d	Usar un programa de monitorización, en especial de las aguas subterráneas, para detectar posibles impactos futuros en el terreno o en zonas próximas.
e	Desarrollar y mantener un programa de cierre o cese de las actividades basado en el análisis del riesgo; debe incluir una organización transparente del trabajo de cierre que tenga en cuenta las condiciones locales concretas relevantes.

1.2 CONCLUSIONES SOBRE LAS MTD PARA LA FABRICACIÓN DE PASTA KRAFT

Para fábricas integradas de pasta kraft y papel, se aplican las conclusiones sobre las MTD específicas del proceso dadas en la sección 1.6, además de las conclusiones sobre las MTD de este apartado.

1.2.1 Aguas residuales y emisiones al agua

MTD 19. Para reducir las emisiones a las aguas receptoras de contaminantes derivados del conjunto de la fábrica, la MTD consiste en el uso de una técnica de blanqueo moderna TCF o ECF (véase la descripción en la sección 1.7.2.1) y en una combinación adecuada de las técnicas especificadas en MTD 13, MTD 14, MTD 15 y MTD 16 y de las recogidas a continuación.

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad
a	Modificación de la cocción antes del blanqueo	Véase la sección 1.7.2.1	Aplicable con carácter general.
b	Deslignificación con oxígeno antes del blanqueo		
c	Depuración en ciclo cerrado y lavado eficiente de la pasta sin blanquear		
d	Reciclado parcial del agua del proceso en la planta de blanqueo		El reciclado del agua puede verse limitado por incrustación en las instalaciones de blanqueo.
e	Vigilancia efectiva de vertidos y contención con un sistema de recuperación adecuado		Aplicable con carácter general.
f	Disponer de una capacidad suficiente de evaporación y caldera de recuperación de licor negro para afrontar cargas puntuales		Aplicable con carácter general.
g	Desgasificación de condensados contaminados y reutilización en el proceso		

Niveles de emisiones asociados a las MTD

Véanse el cuadro 1 y el cuadro 2. Esos niveles de emisiones asociados a las MTD no son aplicables a las fábricas de pasta kraft para disolver.

El caudal de referencia de aguas residuales para fábricas de pasta kraft se recoge en MTD 5.

Cuadro 1

Niveles de emisiones asociados a las MTD para el vertido directo de aguas residuales en aguas receptoras procedentes de una planta de pasta blanqueada kraft

Parámetro	Media anual kg/ADt ⁽¹⁾
Demanda química de oxígeno (DQO)	7 — 20
Total de sólidos en suspensión (TSS)	0,3 — 1,5
Nitrógeno total	0,05 — 0,25 ⁽²⁾
Fósforo total	0,01 — 0,03 ⁽³⁾ Eucalipto: 0,02 — 0,11 kg/ADt ⁽³⁾
Compuestos orgánicos halogenados adsorbibles (AOX) ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾	0 — 0,2

⁽¹⁾ Los rangos de NEA-MTD se refieren a la producción de pasta para el mercado y a la producción de pasta en fábricas integradas (no se incluyen las emisiones correspondientes a la fabricación de papel).

⁽²⁾ Una planta compacta de tratamiento biológico de aguas residuales puede aumentar ligeramente los niveles de emisiones.

⁽³⁾ El límite superior del intervalo corresponde a fábricas que utilizan madera de eucalipto de regiones con concentraciones más elevadas de fósforo (por ejemplo, los eucaliptos de la Península Ibérica).

⁽⁴⁾ Se aplica a fábricas que utilizan productos químicos de blanqueo que contienen cloro.

⁽⁵⁾ En fábricas que producen pasta con propiedades de resistencia, rigidez y pureza elevadas (por ejemplo, para cartón para el envasado de líquidos y LWC), pueden producirse emisiones de AOX de hasta 0,25 kg/ADt.

Cuadro 2

Niveles de emisiones asociados a las MTD para el vertido directo de aguas residuales en aguas receptoras procedentes de una planta de pasta kraft sin blanquear

Parámetro	Media anual kg/ADt ⁽¹⁾
Demanda química de oxígeno (DQO)	2,5 — 8
Total de sólidos en suspensión (TSS)	0,3 — 1,0
Nitrógeno total	0,1 — 0,2 ⁽²⁾
Fósforo total	0,01 — 0,02 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Los rangos de NEA-MTD se aplican a la producción de pasta para el mercado y a la producción de pasta en fábricas integradas (no se incluyen las emisiones correspondientes a la fabricación de papel).

⁽²⁾ Una planta compacta de tratamiento biológico de aguas residuales puede aumentar ligeramente los niveles de emisiones.

Se espera que el valor de la DBO en los efluentes tratados sea bajo (aproximadamente 25 mg/l en una muestra compuesta de 24 horas).

1.2.2 Emisiones a la atmósfera

1.2.2.1 Disminución de las emisiones de gases olorosos concentrados y diluidos

MTD 20. Para limitar la emisión de malos olores y de azufre total reducido debido a gases olorosos concentrados y diluidos, la MTD consiste en evitar las emisiones difusas capturando la totalidad de los gases del proceso que contienen azufre, incluidos los procedentes de venteos, aplicando las técnicas indicadas a continuación.

	Técnica	Descripción
a	Los sistemas de recogida de gases olorosos concentrados y diluidos tienen las siguientes características: — campanas de aspiración, conductos y sistemas de extracción de capacidad suficiente, — sistema continuo de detección de fugas, — medidas y equipamiento de seguridad.	
b	Incineración de gases no condensables concentrados y diluidos	La incineración puede hacerse como sigue: — caldera de recuperación, — horno de cal ⁽¹⁾ , — quemador especial de TRS provisto con lavador para la eliminación de SO _x , o — caldera de potencia eléctrica ⁽²⁾ . Para garantizar la disponibilidad constante de incineración para los gases olorosos concentrados, se instalan sistemas de reserva. Los hornos de cal pueden servir como equipos de reserva para las calderas de recuperación; otros equipos de reserva son las antorchas y la caldera compacta
c	Registro de la falta de disponibilidad del sistema de incineración y de las emisiones resultantes ⁽³⁾	

⁽¹⁾ Las emisiones de SO_x del horno de cal aumentan sustancialmente cuando se queman en el horno gases no condensables (GNC) concentrados y no se utiliza el lavador alcalino.

⁽²⁾ Aplicable al tratamiento de gases olorosos diluidos.

⁽³⁾ Aplicable al tratamiento de gases olorosos concentrados.

Aplicabilidad

Aplicable en general a todas las plantas nuevas y en el caso de reforma a gran escala de una planta existente. La instalación del equipo necesario en una planta existente puede ser difícil debido a su configuración y a las limitaciones de espacio. La aplicabilidad de la incineración puede verse limitada por razones de seguridad; en ese caso pueden utilizarse depuradores húmedos.

El nivel de emisiones asociado a la MTD de azufre reducido total (TRS) en gases residuales diluidos es de 0,05 a 0,2 kg S/ADt.

1.2.2.2 Reducción de las emisiones de una caldera de recuperación

Emisiones de SO₂ y TRS

MTD 21. Para reducir las emisiones de SO₂ y TRS de una caldera de recuperación, la MTD es una combinación de las técnicas siguientes.

	Técnica	Descripción
a	Aumento del contenido de materia seca (MS) del licor negro	El licor negro puede concentrarse por evaporación antes de quemarlo.
b	Optimización de la combustión	Las condiciones de incineración pueden mejorarse, por ejemplo, mezclando correctamente el aire y el combustible, controlando la carga del hogar, etc.
c	Depurador húmedo	Véase la sección 0.

Niveles de emisiones asociados a las MTD

Véase el cuadro 3.

Cuadro 3

Niveles de emisiones de SO₂ y TRS de la caldera de recuperación asociadas a la MTD

Parámetro		Media diaria ⁽¹⁾ ⁽²⁾ mg/Nm ³ al 6 % O ₂	Media anual ⁽¹⁾ mg/Nm ³ al 6 % O ₂	Media anual ⁽¹⁾ kg S/ADt
SO ₂	MS < 75 %	10 — 70	5 — 50	—
	MS 75 — 83 % ⁽³⁾	10 — 50	5 — 25	—
Azufre reducido total (TRS)		1 — 10 ⁽⁴⁾	1 — 5	—
S gaseoso (TRS-S + SO ₂ -S)	MS < 75 %	—	—	0,03 — 0,17
	MS 75 — 83 % ⁽³⁾			0,03 — 0,13

⁽¹⁾ Aumentar el contenido de MS del licor negro hace que disminuyan las emisiones de SO₂ y aumenten las de NO_x. Por ello, una caldera de recuperación con bajas emisiones de SO₂ puede alcanzar el límite superior del intervalo para el NO_x, y viceversa.

⁽²⁾ El NEA-MTD no cubre los periodos durante los que la caldera de recuperación se utiliza con un contenido de MS mucho más bajo del normal por parada o mantenimiento de la planta de concentración de licor negro.

⁽³⁾ Si una caldera de recuperación ha de quemar licor negro con un contenido en MS > 83 %, las emisiones de SO₂ y S gaseoso deben reconsiderarse caso por caso.

⁽⁴⁾ El intervalo es aplicable sin incineración de gases olorosos concentrados.

MS = contenido en materia seca del licor negro.

Emisiones de NO_x

MTD 22. Para reducir las emisiones de NO_x de una caldera de recuperación, la MTD es utilizar un sistema de combustión optimizado con todas las características descritas a continuación.

	Técnica
a	Control distribuido de combustión
b	Mezcla correcta de combustible y aire
c	Sistemas de admisión de aire por etapas basados, por ejemplo, en el uso de varios registros y puertos de admisión de aire

Aplicabilidad

La técnica c) es aplicable a calderas de recuperación nuevas o sometidas a una reforma a gran escala, pues esta técnica exige cambios considerables en los sistemas de admisión de aire y en el horno.

Niveles de emisiones asociados a las MTD

Véase el cuadro 4.

Cuadro 4

Niveles de emisiones de NO_x de la caldera de recuperación asociadas a la MTD

Parámetro		Media anual ⁽¹⁾ mg/Nm ³ al 6 % O ₂	Media anual ⁽¹⁾ kg NO _x /ADt
NO _x	Madera de coníferas	120 — 200 ⁽²⁾	MS < 75 %: 0,8 — 1,4 MS 75 — 83 % ⁽³⁾ : 1,0 — 1,6
	Madera de frondosas	120 — 200 ⁽²⁾	MS < 75 %: 0,8 — 1,4 MS 75 — 83 % ⁽³⁾ : 1,0 — 1,7

⁽¹⁾ Aumentar el contenido de MS del licor negro hace que disminuyan las emisiones de SO₂ y aumenten las de NO_x. Por ello, una caldera de recuperación con bajas emisiones de SO₂ puede alcanzar el límite superior del intervalo para el NO_x, y viceversa.

⁽²⁾ El nivel real de emisiones de NO_x de una caldera de recuperación depende del contenido en MS y en nitrógeno del licor negro y de la cantidad y la composición de GNC y otros flujos que contienen nitrógeno (por ejemplo, gases de purga del disolvedor, metanol separado del condensado, biolodos) que se incineran. Cuanto más alto sea el contenido de MS, el contenido de nitrógeno del licor negro y la cantidad de GNC y otros flujos con nitrógeno incinerados, tanto más se acercarán las emisiones al límite superior del intervalo de NEA-MTD.

⁽³⁾ Si una caldera de recuperación ha de quemar licor negro con un contenido en MS > 83 %, las emisiones de NO_x deben reconsiderarse caso por caso.

MS = contenido en materia seca del licor negro.

Emisiones de partículas

MTD 23. Para reducir las emisiones de partículas de una caldera de recuperación, la MTD consiste en usar un precipitador electrostático (ESP) o una combinación de ESP y lavador.

Descripción

Véase la sección 1.7.1.1.

Niveles de emisiones asociados a las MTD

Véase el cuadro 5.

Cuadro 5

Niveles de emisiones de partículas de la caldera de recuperación asociadas a la MTD

Parámetro	Sistema de reducción de partículas	Media anual mg/Nm ³ al 6 % O ₂	Media anual kg partículas/ADt
Partículas	Unidad nueva o reforma a gran escala	10 — 25	0,02 — 0,20
	Existente	10 — 40 ⁽¹⁾	0,02 — 0,3 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ En el caso de una caldera de recuperación existente equipada con un ESP cercano al final de su vida útil, las emisiones pueden aumentar con el tiempo hasta 50 mg/Nm³ (equivalentes a 0,4 kg/ADt).

1.2.2.3 Reducción de las emisiones de un horno de cal

Emisiones de SO₂

MTD 24. Para limitar las emisiones de SO₂ de un horno de cal, la MTD consiste en aplicar una o varias de las técnicas siguientes.

	Técnica	Descripción
a	Selección del combustible/combustible de bajo contenido en azufre	Véase la sección 0
b	Limitar la incineración en el horno de cal de gases olorosos concentrados que contienen azufre	
c	Control del contenido en Na ₂ S en la carga de lodos calizos	
d	Lavador alcalino	

Niveles de emisiones asociados a las MTD

Véase el cuadro 6.

Cuadro 6

Emisiones de SO₂ y azufre del horno de cal asociadas a las MTD

Parámetro ⁽¹⁾	Media anual mg SO ₂ /Nm ³ al 6 % O ₂	Media anual kg S/ADt
SO ₂ cuando en el horno de cal no se queman gases concentrados	5 — 70	—

Parámetro ⁽¹⁾	Media anual mg SO ₂ /Nm ³ al 6 % O ₂	Media anual kg S/ADt
SO ₂ cuando en el horno de cal se queman gases concentrados	55 — 120	—
S gaseoso (TRS-S + SO ₂ -S) cuando en el horno de cal no se queman gases concentrados	—	0,005 — 0,07
S gaseoso (TRS-S + SO ₂ -S) cuando en el horno de cal se queman gases concentrados	—	0,055 — 0,12

⁽¹⁾ los «gases concentrados» incluyen metanol y trementina

Emisiones de TRS

MTD 25. Para reducir las emisiones de TRS de un horno de cal, la MTD consiste en aplicar una o varias de las técnicas siguientes.

	Técnica	Descripción
a	Control del exceso de oxígeno	Véase la sección 0
b	Control del contenido en Na ₂ S en la carga de lodos calizos	
c	Combinación de ESP y lavador alcalino	Véase la sección 1.7.1.1

Niveles de emisiones asociados a las MTD

Véase el cuadro 7.

Cuadro 7

Emisiones de TRS del horno de cal asociadas a las MTD

Parámetro	Media anual mg S/Nm ³ al 6 % O ₂
Azufre reducido total (TRS)	< 1 — 10 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ En el caso de hornos de cal que quemen gases concentrados (incluidos metanol y trementina), el límite superior del intervalo de NEA puede ser de hasta 40 mg/Nm³.

Emisiones de NO_x

MTD 26. Para reducir las emisiones de NO_x de un horno de cal, la MTD consiste en aplicar una combinación de las técnicas siguientes.

	Técnica	Descripción
a	Combustión optimizada y control de la combustión	Véase la sección 1.7.1.2
b	Mezcla correcta de combustible y aire	
c	Quemador pobre en NO _x	
d	Selección del combustible/combustible con bajo contenido en N	

Niveles de emisiones asociados a las MTD

Véase el cuadro 8.

Cuadro 8

Emisiones de NO_x del horno de cal asociadas a las MTD

Parámetro		Media anual mg/Nm ³ al 6 % O ₂	Media anual kg NO _x /ADt
NO _x	Combustibles líquidos	100 — 200 ⁽¹⁾	0,1 — 0,2 ⁽¹⁾
	Combustibles gaseosos	100 — 350 ⁽²⁾	0,1 — 0,3 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Cuando se utilizan combustibles líquidos de origen vegetal (como trementina, metanol o talloil), incluidos los obtenidos como subproductos del proceso de fabricación de la pasta, pueden alcanzarse niveles de emisiones de hasta 350 mg/Nm³ (equivalentes a 0,35 kg NO_x/ADt).

⁽²⁾ Cuando se utilizan combustibles gaseosos de origen vegetal (por ejemplo, gases no condensables), incluidos los obtenidos como subproductos del proceso de fabricación de la pasta, pueden alcanzarse niveles de emisiones de hasta 450 mg/Nm³ (equivalentes a 0,45 kg NO_x/ADt).

Emisiones de partículas

MTD 27. Para reducir las emisiones de partículas de un horno de cal, la MTD consiste en usar un precipitador electrostático (ESP) o una combinación de ESP y lavador.

Descripción

Véase la sección 1.7.1.1.

Niveles de emisiones asociados a las MTD

Véase el cuadro 9.

Cuadro 9

Emisiones de partículas del horno de cal asociadas a las MTD

Parámetro	Sistema de reducción de partículas	Media anual mg/Nm ³ al 6 % O ₂	Media anual kg partículas/ADt
Partículas	Unidad nueva o reforma a gran escala	10 — 25	0,005 — 0,02
	Existente	10 — 30 ⁽¹⁾	0,005 — 0,03 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ En el caso de un horno de cal existente equipado con un ESP cercano al final de su vida útil, las emisiones pueden aumentar con el tiempo hasta 50 mg/Nm³ (equivalentes a 0,05 kg/ADt).

1.2.2.4 Limitaciones de las emisiones de gases olorosos concentrados de un quemador (quemador de TRS)

MTD 28. Para limitar las emisiones de SO₂ procedentes de la incineración de gases olorosos concentrados en un quemador especial de TRS, la MTD es utilizar un depurador alcalino de SO₂.

Niveles de emisiones asociados a las MTD

Véase el cuadro 10.

Cuadro 10

Niveles de emisiones de SO₂ y TRS de la incineración de gases concentrados en un quemador especial de TRS asociados con la MTD

Parámetro	Media anual mg/Nm ³ al 9 % O ₂	Media anual kg S/ADt
SO ₂	20 — 120	—
TRS	1 — 5	
S gaseoso (TRS-S + SO ₂ -S)	—	0,002 — 0,05 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Este NEA-MTD se basa en un caudal de gas del orden de 100-200 Nm³/ADt.

MTD 29. Para limitar las emisiones de NO_x procedentes de la incineración de gases olorosos concentrados en un quemador especial de TRS, la MTD consiste en usar una o varias de las técnicas que se recogen a continuación.

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad
a	Optimización del quemador/de la combustión	Véase la sección 1.7.1.2	Aplicable con carácter general.
b	Incineración por etapas	Véase la sección 1.7.1.2	Aplicable en general a todas las plantas nuevas y en el caso de reforma a gran escala. En plantas existentes, es aplicable solo si hay espacio suficiente para instalar el equipo.

Niveles de emisiones asociados a las MTD

Véase el cuadro 11.

Cuadro 11

Niveles de emisiones de NO_x de la incineración de gases concentrados en un quemador especial de TRS asociados con la MTD

Parámetro	Media anual mg/Nm ³ al 9 % O ₂	Media anual kg NO _x /ADt
NO _x	50 — 400 ⁽¹⁾	0,01 — 0,1 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ En una planta existente en la que no sea posible cambiar a una incineración por etapas, pueden alcanzarse valores de hasta 1 000 mg/Nm³ (equivalente a 0,2 kg/ADt).

1.2.3 Generación de residuos

MTD 30. Para evitar la generación de residuos y minimizar la cantidad de residuos sólidos que deben eliminarse, la MTD es reciclar en el proceso las partículas del ESP de la caldera de recuperación del licor negro.

Aplicabilidad

La recirculación de las partículas puede verse limitada por la presencia en él de componentes ajenos al proceso.

1.2.4 Consumo de energía y eficiencia energética

MTD 31. Para reducir el consumo de energía térmica (vapor), maximizar el beneficio de los vectores de energía utilizados y reducir el consumo de electricidad, la MTD es aplicar una combinación de las técnicas siguientes.

	Técnica
a	Corteza con elevado contenido en materia seca gracias al uso de prensas o métodos de secado eficientes
b	Calderas de vapor muy eficientes, por ejemplo, con baja temperatura de los gases de escape
c	Sistemas de calentamiento secundarios efectivos
d	Sistemas de agua en circuito cerrado, incluida la planta de blanqueo
e	Concentración de la pasta elevada (técnica de consistencia media o alta)
f	Planta de evaporación de alta eficiencia
g	Recuperación de calor a partir de los disolvedores, por ejemplo mediante lavadores de los venteos.
h	Recuperación y uso de las corrientes a baja temperatura de los efluentes y otras fuentes de calor residuales para calentar edificios, el agua de alimentación de la caldera y el agua del proceso.
i	Uso apropiado del calor secundario y los condensados secundarios
j	Monitorización y control de los procesos con sistemas de control avanzados
k	Optimización de la red integrada de intercambiadores de calor
l	Recuperación de calor de los gases de escape de la caldera de recuperación, entre el ESP y el ventilador
m	Mantenimiento de la mayor consistencia posible de la pasta en el clasificación y depuración
n	Uso de control de velocidad en varios motores de gran tamaño
o	Uso eficiente de las bombas de vacío
p	Dimensionamiento correcto de conducciones, bombas y ventiladores
q	Optimización de los niveles en los depósitos

MTD 32. Para aumentar la eficiencia de la generación eléctrica, la MTD consiste en aplicar una combinación de las técnicas siguientes.

	Técnica
a	Aumento del contenido en materia seca del licor negro (aumenta la eficiencia de la caldera, la generación de vapor y, por tanto, la generación de electricidad)
b	Caldera de recuperación con presión y temperatura elevadas; en las nuevas calderas de recuperación, la presión puede ser de 100 bar, y la temperatura, de 510 °C

	Técnica
c	Presión de salida de vapor en la turbina de contrapresión lo más baja que sea técnicamente viable
d	Turbina de condensación para la generación de electricidad a partir del excedente de vapor
e	Turbina de alta eficiencia
f	Precalentamiento del agua de entrada a una temperatura cercana a la de ebullición
g	Precalentamiento del aire de combustión y el combustible consumidos en las calderas

1.3 CONCLUSIONES SOBRE LAS MTD PARA LA FABRICACIÓN DE PASTA AL SULFITO

Para fábricas integradas de pasta al sulfito y papel, se aplican las conclusiones sobre las MTD específicas del proceso dadas en la sección 1.6, además de las conclusiones sobre las MTD de este apartado.

1.3.1 Aguas residuales y emisiones al agua

MTD 33. Para prevenir y reducir las emisiones de contaminantes a las aguas receptoras procedentes del conjunto de la fábrica, la MTD consiste en utilizar una combinación de las técnicas indicadas en MTD 13, MTD 14, MTD 15 y MTD 16 y de las recogidas a continuación.

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad
a	Cocción modificada antes del blanqueo	Véase la sección 1.7.2.1	La aplicabilidad puede verse limitada por los requisitos de calidad de la pasta (resistencia elevada).
b	Deslignificación con oxígeno antes del blanqueo		
c	Depuración en ciclo cerrado y lavado eficiente de la pasta sin blanquear		Aplicable con carácter general.
d	Evaporación de efluentes procedentes de la etapa de extracción alcalina en caliente e incineración de concentrados en una caldera de sosa		Aplicabilidad limitada para las fábricas de pasta soluble, en las que el tratamiento biológico de los efluentes en varias etapas conduce a una situación ambiental global más favorable.
e	Blanqueo TCF		Aplicabilidad limitada para las fábricas de pasta para el mercado que producen pasta de blancura elevada y para las que fabrican pasta especial para aplicaciones químicas.
f	Blanqueo en circuito cerrado		Aplicable sólo en plantas que utilicen la misma base para la cocción y ajuste del pH para el blanqueo.
g	Preblanqueo a base de MgO y recirculación de los líquidos de lavado procedentes del preblanqueo hasta el lavado de la pasta sin blanquear		La aplicabilidad puede verse limitada por factores como la calidad del producto (por ejemplo, pureza, limpieza y blancura), el número kappa después de la cocción, la capacidad hidráulica de la instalación y la capacidad de los depósitos, los evaporadores y las calderas de recuperación y por la posibilidad de limpiar el equipo de lavado.

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad
h	Ajuste del pH del licor débil antes/dentro de la planta de evaporación		Aplicable con carácter general a las plantas a base de magnesio. Hace falta capacidad de reserva en la caldera de recuperación y el circuito de cenizas.
i	Tratamiento anaerobio de los condensados de los evaporadores		Aplicable con carácter general.
j	Retirada y recuperación de SO ₂ a partir de los condensados de los evaporadores		Aplicable si es necesario para proteger el tratamiento del efluente anaerobio.
k	Monitorización y contención eficaces de los vertidos, también con un sistema de recuperación de productos químicos y de energía		Aplicable con carácter general.

Niveles de emisiones asociados a las MTD

Véanse el cuadro 12 y el cuadro 13. Estos niveles de emisiones asociados con la MTD no son aplicables a las plantas de pasta de disolución ni a la fabricación de pasta especial para aplicaciones químicas.

El caudal de referencia de aguas residuales para fábricas de pasta al sulfito se recoge en la MTD 5.

Cuadro 12

Niveles de emisiones asociados a las MTD para el vertido directo de aguas residuales en aguas receptoras procedentes de una planta de fabricación de pasta blanqueada al sulfito y de pasta de calidad magnefito

Parámetro	Pasta de papel blanqueada al sulfito ⁽¹⁾	Pasta de papel magnefito ⁽¹⁾
	Media anual kg/ADt ⁽²⁾	Media anual kg/ADt
Demanda química de oxígeno (DQO)	10 — 30 ⁽³⁾	20 — 35
Total de sólidos en suspensión (TSS)	0,4 — 1,5	0,5 — 2,0
Nitrógeno total	0,15 — 0,3	0,1 — 0,25
Fósforo total	0,01 — 0,05 ⁽³⁾	0,01 — 0,07
	Media anual mg/l	
Compuestos orgánicos halogenados adsorbibles (AOX)	0,5 — 1,5 ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾	

⁽¹⁾ Los rangos de NEA-MTD se aplican a la producción de pasta para el mercado y a la producción de pasta en fábricas integradas (no se incluyen las emisiones correspondientes a la fabricación de papel).

⁽²⁾ Los NEA-MTD no se aplican a las plantas de pasta para papel antigra.

⁽³⁾ Los NEA-MTD para DQO y fósforo total no se aplican al mercado de la pasta de eucalipto.

⁽⁴⁾ Las plantas de pasta para el mercado al sulfito pueden aplicar una etapa de blanqueo suave con ClO₂ para cumplir los requisitos del producto, con las consiguientes emisiones de AOX.

⁽⁵⁾ No se aplica a fábricas TCF.

Cuadro 13

Niveles de emisiones asociados a las MTD para el vertido directo de aguas residuales en aguas receptoras procedentes de una planta de pasta blanqueada al sulfito que fabrique pasta NSSC

Parámetro	Media anual kg/ADt ⁽¹⁾
Demanda química de oxígeno (DQO)	3,2 — 11
Total de sólidos en suspensión (TSS)	0,5 — 1,3
Nitrógeno total	0,1 — 0,2 ⁽²⁾
Fósforo total	0,01 — 0,02

⁽¹⁾ Los intervalos de NEA-MTD se refieren a la producción de pasta para el mercado y a la producción de pasta en fábricas integradas (no se incluyen las emisiones correspondientes a la fabricación de papel).

⁽²⁾ Debido a las mayores emisiones específicas del proceso, los NEA-MTD para nitrógeno total no se aplican a la fabricación de pasta NSSC a base de amonio.

Se espera que el valor de la DBO en los efluentes tratados sea bajo (aproximadamente 25 mg/l en una muestra compuesta de 24 horas).

1.3.2 Emisiones a la atmósfera

MTD 34. Para prevenir y limitar las emisiones de SO₂, la MTD consiste en recoger todas las corrientes de SO₂ gaseoso muy concentrado procedentes de la producción de licor de cocción, los digestores, los difusores o los tanques de soplado y recuperar los compuestos de azufre.

MTD 35. Para prevenir y limitar las emisiones olorosas difusas con contenido en azufre procedentes del lavado, el filtrado y los evaporadores, la MTD consiste en recoger estos gases diluidos y aplicar una de las técnicas descritas a continuación.

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad
a	Incineración en una caldera de recuperación	Véase la sección 0	No aplicable a la fabricación de pasta al sulfito con cocción en base cálcica. En estas plantas no se utiliza caldera de recuperación.
b	Lavador	Véase la sección 0	Aplicable con carácter general.

MTD 36. Para limitar las emisiones de NO_x de una caldera de recuperación, la MTD es utilizar un sistema de incineración optimizado con una o varias de las técnicas descritas a continuación.

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad
a	Optimización de la caldera de recuperación controlando las condiciones de combustión	Véase la sección 1.7.1.2	Aplicable con carácter general.
b	Inyección por etapas de licores agotados		Aplicable a calderas de recuperación nuevas de gran tamaño y a renovaciones a gran escala de calderas de recuperación.

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad
c	Reducción selectiva no catalítica (SNCR).		La reforma de calderas de recuperación existentes puede estar limitada por problemas de aumento de tamaño y por los correspondientes mayores requisitos de limpieza y mantenimiento. No se ha documentado ninguna aplicación en el caso de plantas a base de amonio; no obstante, debido a las condiciones específicas de los gases residuales, se espera que la SNCR no tenga ningún efecto. No aplicable a plantas a base de sodio, debido al riesgo de explosión.

Niveles de emisiones asociados a las MTD

Véase el cuadro 14.

Cuadro 14

Niveles de emisiones de NO_x y NH₃ de una caldera de recuperación asociadas a la MTD

Parámetro	Media diaria mg/Nm ³ al 5 % O ₂	Media anual mg/Nm ³ al 5 % O ₂
NO _x	100 — 350 ⁽¹⁾	100 — 270 ⁽¹⁾
NH ₃ (pérdidas de amoníaco para SNCR)		< 5

⁽¹⁾ En plantas a base de amonio, pueden producirse emisiones de NO_x más elevadas: hasta 580 mg/Nm³ como media diaria y hasta 450 mg/Nm³ como media anual.

MTD 37. Para reducir las emisiones de partículas y de SO₂ procedentes de una caldera de recuperación, la MTD consiste en utilizar una de las técnicas indicadas a continuación y limitar la «operación ácida» de los depuradores al mínimo imprescindible para garantizar su correcto funcionamiento.

	Técnica	Descripción
a	ESP o mult ciclones con lavadores venturi en varias etapas	Véase la sección 0
b	ESP o mult ciclones con lavadores multietapa dobles a contracorriente	

Niveles de emisiones asociados a las MTD

Véase el cuadro 15.

Cuadro 15

Niveles de emisiones de partículas y SO₂ de una caldera de recuperación asociadas a la MTD

Parámetro	Valor medio durante el período de muestreo mg/Nm ³ al 5 % O ₂
Partículas	5 — 20 ⁽¹⁾ ⁽²⁾

Parámetro	Valor medio durante el período de muestreo mg/Nm ³ al 5 % O ₂	
	Media diaria mg/Nm ³ al 5 % O ₂	Media anual mg/Nm ³ al 5 % O ₂
SO ₂	100 — 300 ⁽³⁾ ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾	50 — 250 ⁽³⁾ ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ En el caso de calderas de recuperación de plantas en las que se utiliza más de un 25 % de madera de frondosas (rica en potasio) como materia prima, pueden producirse emisiones de partículas más elevadas, de hasta 30 mg/Nm³.

⁽²⁾ El NEA-MTD correspondiente a las partículas no se aplica a fábricas a base amonio.

⁽³⁾ Debido a las mayores emisiones específicas del proceso, el NEA-MTD para el SO₂ no se aplica a las calderas de recuperación que funcionan siempre en condiciones ácidas, es decir, que utilizan licor de sulfito como medio de lavadores en el proceso de recuperación del sulfito.

⁽⁴⁾ En el caso de lavadores venturi multietapa existentes, pueden producirse emisiones de SO₂ de hasta 400 mg/Nm³ como valor medio diario, y de hasta 350 mg/Nm³ como valor medio anual.

⁽⁵⁾ No se aplica durante el «funcionamiento ácido», es decir, en los períodos en los que se lleva a cabo el lavado preventivo y la limpieza de incrustaciones en los lavadores. En estos períodos, las emisiones pueden ser de hasta 300 — 500 mg de SO₂/Nm³ (al 5 % O₂) para la limpieza de uno de los lavadores, y de hasta 1 200 mg de SO₂/Nm³ (valores medios para media hora, al 5 % O₂) para la limpieza del lavado final.

El **nivel de rendimiento ambiental asociado con las MTD** es una duración del lavado ácido de unas 240 horas al año para los lavadores y de menos de 24 horas al mes para el lavador al monosulfito final.

1.3.3 Consumo de energía y eficiencia energética

MTD 38. Para reducir el consumo de energía térmica (vapor), maximizar el beneficio de los vectores de energía utilizados y reducir el consumo de electricidad, la MTD es aplicar una combinación de las técnicas siguientes.

	Técnica
a	Corteza con elevado contenido en materia seca gracias al uso de prensas o métodos de secado eficientes
b	Calderas de vapor muy eficientes, por ejemplo, con baja temperatura de los gases de escape
c	Sistema de calentamiento secundario efectivo
d	Sistemas de agua en circuito cerrado, incluida la planta de blanqueo
e	Pasta de consistencia elevada (técnica de consistencia media o alta)
f	Recuperación y uso de las corrientes a baja temperatura de los efluentes y otras fuentes de calor residuales para calentar edificios, el agua de alimentación de la caldera y el agua del proceso.
g	Uso apropiado del calor secundario y los condensados secundarios
h	Monitorización y control de los procesos con sistemas de control avanzados
i	Optimización de la red integrada de intercambiadores de calor
j	Mantenimiento de la mayor consistencia posible de la pasta en el filtrado y la limpieza
k	Optimización de los niveles en los depósitos

MTD 39. Para aumentar la eficiencia de la generación eléctrica, la MTD consiste en aplicar una combinación de las técnicas siguientes.

	Técnica
a	Caldera de recuperación a presión y temperatura elevadas
b	Presión de salida de vapor en la turbina de contrapresión lo más baja que sea técnicamente viable
c	Turbina de condensación para la generación de electricidad a partir del excedente de vapor
d	Turbina de alta eficiencia
e	Precalentamiento de agua de alimentación a una temperatura cercana a la de ebullición
f	Precalentamiento del aire de combustión y el combustible consumidos en las calderas

1.4 CONCLUSIONES SOBRE LAS MTD PARA LA FABRICACIÓN DE PASTA MECÁNICA Y QUIMICOMECAÁNICA

Las conclusiones sobre las MTD de este apartado se aplican a todas las fábricas integradas de pasta mecánica, a las plantas de papel y cartón y a las plantas de pasta mecánica, CTMP y CMP. **MTD 49, MTD 51, MTD 52c y MTD 53** se aplican también a la fabricación de papel en fábricas integradas de pasta mecánica, papel y cartón, además de las conclusiones sobre las MTD de este apartado.

1.4.1 Aguas residuales y emisiones al agua

MTD 40. Para reducir el uso de agua fresca, el caudal de aguas residuales y la carga contaminante, la MTD consiste en una combinación adecuada de las técnicas señaladas en MTD 13, MTD 14, MTD 15 y MTD 16 y de las técnicas siguientes.

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad
a	Caudal a contracorriente de agua del proceso y separación de los sistemas de agua.	Véase la sección 1.7.2.1	Aplicable con carácter general.
b	Blanqueo de alta consistencia		
c	Etapas de lavado antes del refinado de la pasta mecánica de madera de coníferas cuando se aplica un pretratamiento de las astillas		
d	Sustitución de NaOH por $\text{Ca}(\text{OH})_2$ o $\text{Mg}(\text{OH})_2$ como álcali en el blanqueo con peróxidos.		La aplicación puede verse limitada para los grados de blancura más elevados.
e	Recuperación de fibras y cargas y tratamiento de las aguas blancas (fabricación de papel)		Aplicable con carácter general.
f	Optimización del diseño y la construcción de los depósitos y las tinas (fabricación de papel)		

Niveles de emisiones asociados a las MTD

Véase el cuadro 16. Estos NEA-MTD se aplican también a las fábricas de pasta mecánica. Los caudales de referencia de aguas residuales para fábricas integradas de pasta mecánica, CTP y CTMP se recogen en la MTD 5.

Cuadro 16

Niveles de emisiones asociados a la MTD para el vertido directo de aguas residuales en aguas receptoras procedentes de la producción integrada de papel y cartón a partir de pasta mecánica fabricada en la misma planta

Parámetro	Media anual kg/t
Demanda química de oxígeno (DQO)	0,9 — 4,5 ⁽¹⁾
Total de sólidos en suspensión (TSS)	0,06 — 0,45
Nitrógeno total	0,03 — 0,1 ⁽²⁾
Fósforo total	0,001 — 0,01

⁽¹⁾ En el caso de pasta mecánica muy blanqueada (70-100 % de fibra en el papel final), pueden producirse emisiones de hasta 8 kg/t.

⁽²⁾ Cuando no pueden utilizarse quelantes biodegradables o eliminables debido a los requisitos de calidad de la pasta (por ejemplo, blancura elevada), las emisiones de nitrógeno total pueden ser superiores a estos NEA-MTD, y deben evaluarse caso por caso.

Cuadro 17

Niveles de emisiones asociados a las MTD para el vertido directo de aguas residuales en aguas receptoras procedentes de una planta de pasta CTMP o CMP

Parámetro	Media anual kg/ADt
Demanda química de oxígeno (DQO)	12 — 20
Total de sólidos en suspensión (TSS)	0,5 — 0,9
Nitrógeno total	0,15 — 0,18 ⁽¹⁾
Fósforo total	0,001 — 0,01

⁽¹⁾ Cuando no pueden utilizarse quelantes biodegradables o eliminables debido a los requisitos de calidad de la pasta (por ejemplo, blancura elevada), las emisiones de nitrógeno total pueden ser superiores a estos NEA-MTD, y deben evaluarse caso por caso.

Se espera que la concentración de DBO en los efluentes tratados sea baja (unos 25 mg/l como muestra compuesta de 24 horas).

1.4.2 Consumo de energía y eficiencia energética

MTD 41. Para reducir el consumo de energía térmica y eléctrica, la MTD consiste en utilizar una combinación de las técnicas que figuran a continuación.

	Técnica	Aplicabilidad
a	Uso de refinós con aprovechamiento eficiente de la energía	Aplicable a la sustitución, reconstrucción o mejora de la maquinaria del proceso.

	Técnica	Aplicabilidad
b	Recuperación generalizada de calor secundario procedente de refinados TMP y CTMP y reutilización del vapor recuperado en el secado de papel o de pasta	Aplicable con carácter general.
c	Minimización de la pérdida de fibra con sistemas de refinado de rechazo eficientes (refinados secundarios)	
d	Instalación de equipos de ahorro de energía, incluido el control automatizado del proceso en sustitución de sistemas manuales	
e	Reducción del uso de agua fresca mediante el tratamiento interno del agua del proceso y la instalación de sistemas de recirculación	
f	Reducción de la utilización directa de vapor mediante la integración cuidadosa del proceso utilizando, por ejemplo, el análisis de pinch	

1.5 CONCLUSIONES SOBRE LAS MTD PARA CONCLUSIONES MTD PARA FÁBRICAS A PARTIR DE PAPEL PARA RECICLAR

Las conclusiones sobre las MTD de este apartado se aplican a todas las fábricas integradas RCF y a las plantas de pasta RCF. Las **MTD 49, MTD 51, MTD 52c y MTD 53** se aplican también a la fabricación de papel en fábricas integradas de pasta RCF, papel y cartón, además de las conclusiones sobre las MTD de este apartado.

1.5.1 Gestión de materiales

MTD 42. Para evitar la contaminación del suelo y las aguas subterráneas o para limitar el riesgo de tal contaminación y para reducir el arrastre por el viento del papel para reciclado y las emisiones difusas de partículas procedentes del parque de papel para reciclado, la MTD consiste en usar una o varias de las técnicas que se recogen a continuación.

	Técnica	Aplicabilidad
a	Uso de revestimientos duros en la zona de almacenamiento de papel para reciclado	Aplicable con carácter general.
b	Recogida de las aguas de escorrentía contaminadas procedentes de la zona de almacenamiento de papel para reciclado en una planta de tratamiento de aguas residuales (las aguas pluviales no contaminadas procedentes, por ejemplo, de las cubiertas, pueden verse por separado)	La aplicabilidad puede verse limitada por el grado de contaminación del agua de escorrentía (baja concentración) y por el tamaño de la planta de tratamiento de aguas residuales (grandes volúmenes).
c	Rodear el terreno del parque de papel para reciclado con vallas que limiten el arrastre por el viento	Aplicable con carácter general.
d	Limpieza regular de la zona de almacenamiento y de las vías de acceso correspondientes y vaciado de arquetas para reducir las emisiones difusas de partículas. Esto limita los restos de papel arrastrados por el viento, las fibras y el aplastamiento de papeles por el tráfico de la zona, lo que a su vez causa más emisiones de partículas, sobre todo durante la estación seca	Aplicable con carácter general.
e	Almacenamiento de balas y papel suelto bajo techo para proteger el material de la intemperie (humedad, degradación microbiana, etc.)	La aplicabilidad puede verse limitada por el tamaño de la zona.

1.5.2 Aguas residuales y emisiones al agua

MTD 43. Para reducir el uso de agua fresca, el caudal de aguas residuales y la carga contaminante, la MTD consiste en usar una combinación de las técnicas siguientes.

	Técnica	Descripción
a	Separación de los sistemas de agua	Véase la sección 1.7.2.1.
b	Caudal a contracorriente de agua del proceso y recirculación del agua	
c	Reciclado parcial de las aguas residuales tratadas después del tratamiento biológico	Muchas plantas de papel RCF devuelven una parte de las aguas residuales tratadas biológicamente al circuito de agua, en especial las fábricas que fabrican papel ondulado o Testliner.
d	Clarificación de las aguas blancas	Véase la sección 1.7.2.1.

MTD 44. Para mantener un cierre avanzado del circuito de agua en plantas de procesamiento de papel a partir de papel para reciclar y con el fin de evitar los posibles efectos negativos del incremento del reciclado del agua del proceso, la MTD es utilizar una o varias de las técnicas descritas a continuación.

	Técnica	Descripción
a	Monitorización y control continuo de la calidad del agua del proceso	Véase la sección 1.7.2.1.
b	Prevención y eliminación de biopelículas con métodos que minimicen las emisiones de biocidas	
c	Eliminación del calcio del agua del proceso mediante precipitado controlado de carbonato de calcio	

Aplicabilidad

Las técnicas a) a c) son aplicables a plantas de papel RCF con cierre avanzado del circuito del agua.

MTD 45. Para prevenir y reducir la carga contaminante de las aguas residuales en las aguas receptoras procedentes del conjunto de la fábrica, la MTD consiste en utilizar una combinación adecuada de las técnicas indicadas en MTD 13, MTD 14, MTD 15, MTD 16, MTD 43 y MTD 44.

En el caso de las plantas RCF integradas, los NEA-MTD incluyen las emisiones de la fabricación de papel, pues los circuitos de aguas blancas de la máquina de papel están estrechamente conectados con los de la preparación de la pasta.

Niveles de emisiones asociados a las MTD

Véanse el cuadro 18 y el cuadro 19.

Los niveles de emisiones asociadas a la MTD del Cuadro 34 se aplican también a las plantas de pasta RCF sin destintado, y los del Cuadro 36 se aplican también a las plantas de pasta RCF con destintado.

El caudal de referencia de aguas residuales para fábricas RCF se recoge en MTD 5.

Cuadro 18

Niveles de emisiones asociados a la MTD para el vertido directo de aguas residuales en aguas receptoras procedentes de la producción integrada de papel y cartón a partir de pasta de fibras recicladas, fabricada sin destintado en la misma planta

Parámetro	Media anual kg/t
Demanda química de oxígeno (DQO)	0,4 ⁽¹⁾ — 1,4
Total de sólidos en suspensión (TSS)	0,02 — 0,2 ⁽²⁾
Nitrógeno total	0,008 — 0,09
Fósforo total	0,001 — 0,005 ⁽³⁾
Compuestos orgánicos halogenados adsorbibles (AOX)	0,05 para papel resistente en húmedo

⁽¹⁾ En el caso de las plantas con circuitos de agua totalmente cerrados, no hay emisiones de materias orgánicas.

⁽²⁾ En plantas existentes pueden producirse niveles de hasta 0,45 kg/t debido a la disminución continua de la calidad del papel para reciclar y a la dificultad de mejorar continuamente la planta de depuración de efluentes.

⁽³⁾ En plantas con un caudal de aguas residuales de entre 5 y 10 m³/t, el límite superior del intervalo es de 0,008 kg/t

Cuadro 19

Niveles de emisiones asociados a la MTD para el vertido directo de aguas residuales en aguas receptoras procedentes de la producción integrada de papel y cartón a partir de pasta de fibras recicladas con destintado en la misma planta

Parámetro	Media anual kg/t
Demanda química de oxígeno (DQO)	0,9 — 3,0 0,9 — 4,0 para papel tisú
Total de sólidos en suspensión (TSS)	0,08 — 0,3 0,1 — 0,4 para papel tisú
Nitrógeno total	0,01 — 0,1 0,01 — 0,15 para papel tisú
Fósforo total	0,002 — 0,01 0,002 — 0,015 para papel tisú
Compuestos orgánicos halogenados adsorbibles (AOX)	0,05 para papel resistente en húmedo

Se espera que la concentración de DBO en los efluentes tratados sea baja (unos 25 mg/l como muestra compuesta de 24 horas).

1.5.3 Consumo de energía y eficiencia energética

MTD 46. La MTD consiste en reducir el consumo de energía eléctrica en la planta de procesado de papel RCF aplicando una combinación de las técnicas siguientes.

	Técnica	Aplicabilidad
a	Pulpeado a alta consistencia para desintegrar el papel para reciclado en fibras	Aplicable en general a todas las plantas nuevas y en el caso de reforma a gran escala de una planta existente.
b	Tamizado eficiente grueso y fino mediante la optimización del diseño del rotor, los tamices y el funcionamiento de los tamices, lo que permite utilizar máquinas más pequeñas de menor consumo específico	
c	Conceptos de ahorro energético en la preparación de la pasta extrayendo impurezas lo antes posible en el proceso de elaboración de la pasta, con componentes mecánicos optimizados y menos numerosos, para limitar el tratamiento de las fibras con un uso intensivo de energía	

1.6 CONCLUSIONES SOBRE LAS MTD PARA LA FABRICACIÓN DE PAPEL Y PROCESOS RELACIONADOS

Las conclusiones sobre las MTD de este apartado se aplican a todas las plantas de papel no integradas y al componente de fabricación de papel y cartón de fábricas integradas de pasta kraft, al sulfito, CTMP y CMP.

MTD 49, MTD 51, MTD 52c y MTD 53 se aplican a todas las fábricas integradas de pasta y papel.

Para fábricas integradas de pasta kraft, al sulfito, CTMP y CMP y papel, se aplican las conclusiones específicas del proceso correspondientes a la producción de pasta, además de las conclusiones sobre las MTD de este apartado.

1.6.1 Aguas residuales y emisiones al agua

MTD 47. Para reducir la generación de aguas residuales, la MTD consiste en utilizar una combinación de las técnicas que figuran a continuación.

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad
a	Optimización del diseño y la construcción de los depósitos y tinas	Véase la sección 1.7.2.1	Aplicable a las plantas nuevas y en el caso de reforma a gran escala de plantas existentes.
b	Recuperación de fibras y cargas y tratamiento de las aguas blancas		Aplicable con carácter general.
c	Recirculación del agua		Aplicable con carácter general. Los materiales disueltos orgánicos, inorgánicos y coloidales pueden limitar la reutilización del agua en la sección de formación de hoja.
d	Optimización de riegos de la máquina de papel		Aplicable con carácter general.

MTD 48. Para reducir el consumo de aguas frescas y las emisiones al agua de las plantas de papeles especiales, la MTD consiste en usar una combinación de las técnicas siguientes.

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad
a	Mejora de la planificación de la producción de papel	Planificación mejorada para optimizar las combinaciones y la longitud de los lotes de producción	Aplicable con carácter general.
b	Gestión de los circuitos de agua para adaptarlos a los cambios	Ajuste de los circuitos de agua para tener en cuenta los cambios de calidades de papel, colores y aditivos químicos.	
c	Planta de tratamiento de aguas residuales preparada para adaptarse a los cambios	Ajustes de la planta de tratamiento de aguas residuales para tener en cuenta las variaciones de caudales, las bajas concentraciones y los diversos tipos y cantidades de aditivos químicos	
d	Ajuste del sistema de rotos y de las capacidades de las tinas		
e	Minimización de la emisión de aditivos químicos (por ejemplo, productos antigrasa y resistente al agua) que contienen compuestos perfluorados o polifluorados o que contribuyen a su formación		Aplicable solo a plantas que producen papel con propiedades repelentes de las grasas o del agua.
f	Cambio a aditivos con bajo contenido en AOX (por ejemplo, para sustituir el uso de agentes de resistencia en húmedo basados en resinas de epiclorhidrina)		Aplicable solo a plantas que fabrican papeles con elevada resistencia en húmedo.

MTD 49. Para reducir las cargas contaminantes debidas a los estucos y ligantes de estucado que pueden alterar la planta de tratamiento biológico de aguas residuales, la MTD consiste en utilizar la técnica a) siguiente o, si esta no es viable, la técnica b).

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad
a	Recuperación de estucos y reciclado de pigmentos	Los efluentes que contienen estucos o se recogen por separado. Los compuestos químicos de estucado se recuperan mediante, por ejemplo, i) ultrafiltración, ii) tamizado-floculación-separación de agua con devolución de los pigmentos al proceso de estucado. El agua clarificada puede reutilizarse en el proceso.	La aplicabilidad de la ultrafiltración puede verse limitada cuando: — los volúmenes de efluentes son muy pequeños, — se generan efluentes de estucado en distintos sitios de la fábrica, — se producen muchos cambios de estucado, o — hay fórmulas de estucos incompatibles.
b	Pretratamiento de efluentes que contienen estucos	Los efluentes que contienen estucos se tratan, por ejemplo, mediante floculación para proteger el posterior tratamiento biológico de las aguas residuales.	Aplicable con carácter general.

MTD 50. Para prevenir y reducir la carga contaminante de las aguas residuales en las aguas receptoras procedentes del conjunto de la fábrica, la MTD consiste en utilizar una combinación adecuada de las técnicas indicadas en MTD 13, MTD 14, MTD 15, MTD 47, MTD 48 y MTD 49.

Niveles de emisiones asociados a las MTD

Véanse el cuadro 20 y el cuadro 21.

Los NEA-MTD del cuadro 38 y el cuadro 40 se aplican también a los procesos de producción de papel y cartón en fábricas integradas de pasta kraft, al sulfito, CTMP y CMP y papel.

Los caudales de referencia de aguas residuales para plantas no integradas de papel y cartón se recogen en MTD 5.

Cuadro 20

Niveles de emisiones asociados a las MTD para el vertido directo de aguas residuales en aguas receptoras procedentes de una planta no integrada de papel y cartón (se excluyen los papeles especiales)

Parámetro	Media anual kg/t
Demanda química de oxígeno (DQO)	0,15 — 1,5 ⁽¹⁾
Total de sólidos en suspensión (TSS)	0,02 — 0,35
Nitrógeno total	0,01 — 0,1 0,01 — 0,15 para papel tisú
Fósforo total	0,003 — 0,012
Compuestos orgánicos halogenados adsorbibles (AOX)	0,05 para papel decorativo y resistente en húmedo

⁽¹⁾ En el caso de plantas de papel para usos gráficos, el límite superior del intervalo corresponde a la fabricación de papel estucado con almidón.

Se espera que el valor de la DBO en los efluentes tratados sea bajo (aproximadamente 25 mg/l en una muestra compuesta de 24 horas).

Cuadro 21

Niveles de emisiones asociados a las MTD para el vertido directo de aguas residuales en aguas receptoras procedentes de una fábrica no integrada de papeles especiales

Parámetro	Media anual kg/t ⁽¹⁾
Demanda química de oxígeno (DQO)	0,3 — 5 ⁽²⁾
Total de sólidos en suspensión (TSS)	0,10 — 1
Nitrógeno total	0,015 — 0,4
Fósforo total	0,002 — 0,04
Compuestos orgánicos halogenados adsorbibles (AOX)	0,05 para papel decorativo y resistente en mojado

⁽¹⁾ Las fábricas con características especiales, como muchos cambios de calidad (por ejemplo, ≥ 5 al día como media anual) o que fabrican papeles especiales de gramaje muy bajo (≤ 30 g/m² como media anual) pueden tener emisiones superiores al límite máximo del rango.

⁽²⁾ El límite superior del rango de NEA-MTD corresponde a plantas que fabrican papeles muy finamente triturados que exigen un refino intensivo y plantas con cambios frecuentes de calidades de papel (por ejemplo, $\geq 1 - 2$ cambios al día como media anual).

1.6.2 Emisiones a la atmósfera

MTD 51. Para reducir las emisiones de COV procedentes de estucadoras fuera de línea y en línea, la MTD consiste en elegir fórmulas de estucos (composiciones) que reduzcan las emisiones de COV.

1.6.3 Generación de residuos

MTD 52. Para minimizar la cantidad de residuos sólidos que deben eliminarse, la MTD consiste en evitar su generación y llevar a cabo operaciones de reciclado mediante una combinación de las técnicas siguientes (véase la MTD general 20).

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad
a	Recuperación de fibras y cargas y tratamiento de las aguas blancas	Véase la sección 1.7.2.1.	Aplicable con carácter general.
b	Sistema de recirculación de descartes	Los descartes de los distintos puntos y fases del proceso de fabricación del papel se recogen, se repulpan y se devuelven al proceso.	Aplicable con carácter general.
c	Recuperación de estucos y reciclado de pigmentos	Véase la sección 1.7.2.1.	
d	Reutilización de lodos con fibras procedentes del tratamiento primario de las aguas residuales	Los lodos ricos en fibras procedentes del tratamiento primario de las aguas residuales pueden reutilizarse en un proceso de producción.	La aplicabilidad puede verse limitada por los requisitos de calidad del producto.

1.6.4 Consumo de energía y eficiencia energética

MTD 53. Para reducir el consumo de energía térmica y eléctrica, la MTD consiste en utilizar una combinación de las técnicas que figuran a continuación.

	Técnica	Aplicabilidad
a	Técnicas de tamizado ahorradoras de energía (optimización del diseño del rotor, los tamices y la operación de tamizado)	Aplicable a plantas nuevas y en el caso de renovaciones a gran escala.
b	Refinado aplicando las mejores técnicas recuperando calor de los refinados	
c	Optimización de la eliminación de agua en la sección de prensado de la máquina de papel o en la prensa de línea de contacto ancha	No se aplica al papel tisú ni a muchas calidades de papeles especiales.
d	Recuperación del condensado de vapor y uso de sistemas eficientes de recuperación del calor del aire de escape	Aplicable con carácter general.
e	Limitación del consumo directo de vapor mediante la integración cuidadosa del proceso utilizando, por ejemplo, el análisis de pinch	
f	Refinados de alta eficiencia	Aplicable únicamente a plantas nuevas.

	Técnica	Aplicabilidad
g	Optimización del modo de funcionamiento de los refinados existentes (por ejemplo, reducción del consumo de energía de vacío)	Aplicable con carácter general.
h	Diseño optimizado del bombeo, control de las bombas mediante accionamientos de velocidad variable, accionamientos sin reductores	
i	Tecnologías de refinado vanguardistas	
j	Calentamiento de la hoja de papel, por medio de la caja de vapor, para mejorar su drenaje/capacidad de eliminación de agua	No se aplica al papel tisú ni a muchas calidades de papeles especiales.
k	Sistema de vacío optimizado (por ejemplo, turboventiladores en lugar de bombas de agua de anillo)	Aplicable con carácter general.
l	Optimización de la generación y mantenimiento de la red de distribución	
m	Optimización de la recuperación de calor, el sistema de aire y el aislamiento	
n	Uso de motores muy eficientes (EFF1)	
o	Precalentamiento del agua de riegos con un intercambiador de calor	
p	Uso de calor residual para el secado de lodos o mejora de la biomasa desecada	
q	Recuperación de calor de los sopladores axiales (si se usan) para el suministro de aire a la campana de secado	
r	Recuperación de calor del aire de escape de la campana Yankee con una torre de goteo	
s	Recuperación de calor de la salida de aire caliente de infrarrojos	

1.7 Descripción de las técnicas

1.7.1 Descripción de las técnicas de prevención y control de las emisiones atmosféricas

1.7.1.1 Partículas

Técnica	Descripción
Precipitador electrostático (ESP).	Los precipitadores electrostáticos funcionan de tal modo que las partículas se cargan y separan bajo la influencia de un campo eléctrico. Funcionan en un amplio abanico de condiciones.
Lavador alcalino	Véase la sección 0 (lavador).

1.7.1.2 NO_x

Técnica	Descripción
Reducción de la relación aire/combustible	La técnica se basa principalmente en los siguientes aspectos: — control cuidadoso del aire utilizado para la combustión (poco exceso de oxígeno), — minimización de las fugas de aire hacia el interior del horno, — modificación del diseño de la cámara de combustión del horno.
Combustión optimizada y control de la combustión	Basada en la monitorización continua de parámetros de combustión apropiados (por ejemplo, contenido de O ₂ y CO, relación combustible/aire, inquemados); esta técnica utiliza tecnología de control para obtener las mejores condiciones de combustión. La formación y las emisiones de NO _x pueden limitarse ajustando los parámetros de funcionamiento, la distribución del aire, el exceso de oxígeno, la forma de la llama y el perfil de temperaturas.
Incineración por etapas	La incineración por etapas se basa en el uso de dos zonas de combustión con proporciones de aire y temperaturas controladas en una primera cámara. La primera zona de combustión funciona en condiciones infraestequiométricas para convertir los compuestos de amonio en nitrógeno elemental a alta temperatura. En la segunda zona, la inyección de más aire completa la combustión a una temperatura más baja. Después de la incineración en dos etapas, los gases de escape fluyen a una segunda cámara donde se recupera el calor de los gases y se produce vapor.
Selección del combustible/combustible de bajo contenido en N	El uso de combustibles con bajo contenido en nitrógeno reduce la cantidad de emisiones de NO _x procedentes de la oxidación del nitrógeno contenido en el combustible durante la combustión. La combustión de CNCG o de combustibles de biomasa aumenta las emisiones de NO _x en comparación con la del petróleo y el gas natural, pues los CNCG y todos los combustibles derivados de la madera contienen más nitrógeno que el petróleo y el gas natural. Debido a las elevadas temperaturas de combustión, la combustión de gas produce niveles de NO _x más altos que la combustión de fuel oil.
Quemador de bajo NO _x	Los quemadores de bajo NO _x se basan en los principios de reducción de las temperaturas máximas de las llamas, retrasando, aunque completando la finalización 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.
Inyección por etapas de licores agotados	La inyección de licor de sulfito agotado en la caldera a distintos niveles dispuestos en vertical evita la formación de NO _x y mantiene una combustión completa.
Reducción no catalítica selectiva (SNCR)	La técnica se basa en la reducción de NO _x a nitrógeno mediante la reacción con amoníaco o urea a alta temperatura. Se inyecta agua amoniacal (hasta un 25 % de NH ₃), compuestos precursores del amoníaco o solución de urea en el gas de combustión para reducir el NO a N ₂ . La reacción logra resultados óptimos en un rango de temperaturas de 830 °C a 1 050 °C, y se debe disponer de un tiempo de retención suficiente para que los agentes inyectados puedan reaccionar con el NO. La dosificación del amoníaco o la urea debe controlarse para mantener la disminución de NH ₃ a un nivel bajo.

1.7.1.3 Prevención y control de las emisiones de SO₂/TRS

Técnica	Descripción
Licor negro de alto contenido en materia seca	Cuando aumenta el contenido en materia seca del licor negro, la temperatura de combustión aumenta. Esto favorece la vaporización del sodio (Na), que puede unirse al SO ₂ para formar Na ₂ SO ₄ y reducir las emisiones de SO ₂ de la caldera de recuperación. El inconveniente de la mayor temperatura es que pueden aumentar las emisiones de NO _x .

Técnica	Descripción
Selección del combustible/ combustible de bajo contenido en S	El uso de combustibles de bajo contenido en azufre, con un contenido en S de aproximadamente el 0,02 — 0,05 % en peso (por ejemplo, biomasa forestal, cortezas, petróleo pobre en azufre, gas) disminuye las emisiones de SO ₂ generadas por la oxidación del azufre contenido en el combustible durante la combustión
Optimización de la combustión	Técnicas como un sistema de control eficiente de la velocidad de combustión (aire-combustible, temperatura, tiempo de residencia), el control del exceso de oxígeno o la mezcla correcta de aire y combustible
Control del contenido en Na ₂ S en los lodos de cal cargados	El lavado y la filtración eficientes de los lodos de cal disminuye la concentración de Na ₂ S, y de este modo reduce la formación de sulfuro de hidrógeno en el horno durante el proceso de la nueva combustión
Captación y recuperación de las emisiones de SO ₂	Se recogen las corrientes muy concentradas de SO ₂ gaseoso de la producción de licor ácido, los digestores, los difusores o los depósitos de soplado. Se recupera el SO ₂ en depósitos de absorción con distintos niveles de presión, por motivos tanto económicos como ambientales
Incineración de gases olorosos y TRS	Los gases concentrados recogidos pueden destruirse quemándolos en la caldera de recuperación, en quemadores dedicados de TRS o en el horno de cal. Los gases diluidos recogidos son adecuados para la combustión en la caldera de recuperación, el horno de cal, la caldera del generador o el quemador de TRS. Los gases de purga del disolvedor pueden quemarse en calderas de recuperación modernas
Captación e incineración de gases diluidos en una caldera de recuperación	Combustión de gases diluidos (volumen elevado, baja concentración de SO ₂) combinado con un sistema de reserva. Los gases diluidos y otros componentes olorosos se recogen simultáneamente para quemarlos en la caldera de recuperación. El dióxido de azufre se recupera a partir de los gases de escape de la caldera de recuperación con lavadores multietapa a contracorriente y se reutiliza como compuesto químico para la cocción. Como sistema de reserva se utilizan lavadores
Depurador húmedo	Los compuestos gaseosos se disuelven en un líquido apropiado (agua o solución alcalina). Pueden retirarse simultáneamente compuestos sólidos y gaseosos. En fases posteriores al lavador, los gases de salida se saturan con agua y es necesario separar las gotas antes de su descarga. El líquido resultante debe tratarse mediante un proceso de tratamiento aguas residuales y la materia insoluble deberá recogerse por sedimentación o filtrado.
ESP o multiciclones con depuradores venturi multietapa o con depuradores dobles de admisión a contracorriente	La separación de las partículas se lleva a cabo en un precipitador electrostático o en un ciclón multietapa. En el caso del proceso al sulfito de magnesio, las partículas retenidas en el ESP están formadas principalmente por MgO, y también, en menor medida, por compuestos de K, Ca o Na. Las cenizas de MgO recuperadas se suspenden en agua y se lavan y apagan para formar Mg(OH) ₂ que a continuación se utiliza como solución alcalina de lavado en los lavadores multietapa para recuperar el componente sulfurado de los compuestos químicos de cocción. En el proceso al sulfito de amonio, la base de amonio (NH ₃) no se recupera, pues se descompone en el proceso de combustión para formar nitrógeno. Después de la retirada de las partículas, los gases de escape se enfrían haciéndolos pasar por un lavador refrigerador que funciona con agua, y a continuación pasan a tres o más depuradores escalonados en los que se depuran las emisiones de SO ₂ , con la solución alcalina de Mg(OH) ₂ en el caso del proceso al sulfito de magnesio, y con una solución nueva de NH ₃ al 100 % en el caso del proceso al sulfito de amonio.

1.7.2 Descripción de las técnicas empleadas para reducir el uso de aguas frescas y el caudal de aguas residuales y la carga de contaminantes de las aguas residuales

1.7.2.1 Técnicas integradas en el proceso

Técnica	Descripción
Descortezado en seco	Descortezado en seco de los troncos de madera en tambores giratorios en seco (solo se usa agua para lavar los troncos, y a continuación se recicla con una purga mínima para la planta de tratamiento de aguas residuales).
Blanqueo totalmente libre de cloro (TCF)	En el blanqueo TCF se prescinde por completo de compuestos blanqueantes clorados y, por tanto, se evitan las emisiones de productos orgánicos y organoclorados.
Blanqueo avanzado sin cloro elemental (ECF)	El moderno blanqueo ECF minimiza el consumo de dióxido de cloro utilizando una o varias de las siguientes etapas de blanqueo: oxígeno, hidrólisis ácida en caliente, ozono a una consistencia media y alta, etapas con peróxido de hidrógeno a presión atmosférica y a presión o etapa con dióxido de cloro en caliente.
Deslignificación ampliada	La deslignificación extendida mediante a) cocción modificada o b) deslignificación con oxígeno aumenta el grado de deslignificación de la pasta (disminuye el número kappa) antes del blanqueo, y de este modo reduce el uso de compuestos blanqueadores y la carga de DQO de las aguas residuales. Reducir el número kappa en una unidad antes del blanqueo puede disminuir la DQO liberada en la planta de blanqueo en aproximadamente 2 kg DQO/ADt. La lignina eliminada puede recuperarse y enviarse al sistema de recuperación de productos químicos y energía.
a) Cocción extendida modificada ampliada	La cocción extendida (lejiadores discontinuos o en continuo) abarca períodos de cocción más prolongados en condiciones optimizadas (por ejemplo, la concentración de álcalis en el licor de cocción se ajusta de modo que sea más baja al principio y más alta al final del proceso de cocción) para extraer la máxima cantidad de lignina antes del blanqueo, sin degradación desmedida de los hidratos de carbono o sin pérdida excesiva de la resistencia de la pasta. Por tanto, puede reducirse el uso de compuestos químicos en la etapa de blanqueo siguiente y la carga orgánica de las aguas residuales procedentes de la planta de blanqueo.
b) Deslignificación con oxígeno	La deslignificación con oxígeno es una opción para eliminar una parte sustancial de la lignina restante después de la cocción, si la planta de cocción debe funcionar con valores kappa más elevados. La pasta reacciona con el oxígeno en condiciones alcalinas y se elimina parte de la lignina residual.
Depuración y lavado eficiente de la pasta cruda en circuito cerrado	La depuración de pasta cruda se lleva a cabo con tamices ranurados a presión en un ciclo cerrado multietapa. Las impurezas y residuos se eliminan en una etapa temprana del proceso. El lavado de la pasta cruda separa los compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos de las fibras de pasta. La pasta cruda puede lavarse primero en el digestor y luego en lavadoras de alta eficiencia antes y después de la deslignificación con oxígeno, es decir, antes del blanqueo. El arrastre de productos al blanqueo y la carga de emisiones a las aguas residuales se reducen. Además, este método permite la recuperación de los compuestos de cocción a partir del agua de lavado. El lavado eficiente se hace en un sistema multietapa a contracorriente con filtros y prensas. El circuito de agua de la planta de depuración de la pasta cruda es completamente cerrado.

Técnica	Descripción
Reciclado parcial del agua del proceso en la planta de blanqueo	Los filtrados ácido y alcalino se reciclan dentro de la planta de blanqueo a contracorriente del caudal de pasta. El agua se purga y evacua a la planta de tratamiento de aguas residuales o, en algunos casos, a la unidad de lavado posterior al oxígeno. Las lavadoras eficientes de las etapas intermedias de lavado son un requisito imprescindible para las bajas emisiones. En fábricas eficientes (Kraft) se logra un caudal de efluentes de del blanqueo de la pasta de 12 — 25 m³/ADt
Monitorización y contención eficaces de los vertidos, con un sistema de recuperación de productos químicos y de energía	Un sistema efectivo de control, captación y recuperación de vertidos que evite el vertido accidental de cargas de alto contenido orgánico y a veces tóxico o con valores extremos de pH (a la planta secundaria de tratamiento de aguas residuales) consta de los siguientes componentes: — monitorización de la conductividad o del pH en lugares estratégicos para detectar pérdidas y vertidos, — recogida de licor desviado o vertido a la máxima concentración de sólidos posible, — retorno del licor y la fibra recogidos al proceso en los puntos apropiados, — prevención de la entrada de vertidos de caudales concentrados o dañinos desde áreas críticas del proceso (incluidos el talloil y la trementina) en el tratamiento biológico de efluentes, — depósitos de homogeneización de dimensiones suficientes para recoger y conservar licores tóxicos o concentrados y calientes.
Evaporación suficiente del licor negro y capacidad de la caldera de recuperación para afrontar las cargas puntuales	Una capacidad suficiente en la planta de evaporación de licor negro y en la caldera de recuperación permite aceptar las cargas extra de licor y de materia seca derivadas de la recogida de vertidos o de efluentes de la planta de blanqueo. Esto reduce las pérdidas de licor negro débil, de otros fluentes concentrados del proceso y de posibles filtrados de la planta de blanqueo. El evaporador de efecto múltiple concentra el licor negro débil del lavado de la pasta cruda y, en algunos casos, también el lodo biológico procedente de la planta de tratamiento de efluentes y/o la torta salina de la planta de ClO₂. Una capacidad de evaporación extra por encima del funcionamiento normal aporta un margen suficiente para recuperar vertidos y para tratar posibles corrientes de reciclado del filtrado de blanqueo.
Separación de condensados contaminados y reutilización en el proceso	La desgasificación y reutilización en el proceso de los condensados contaminados reduce el consumo de agua fresca de la fábrica y de la carga orgánica enviada a la planta de tratamiento de aguas residuales. En una columna de separación, el vapor se mueve a contracorriente a través de condensados del proceso previamente filtrados que contienen compuestos de azufre reducidos, terpenos, metanol y otros compuestos orgánicos. Las sustancias volátiles del condensado se acumulan en el vapor de cabeza en forma de gases no condensables y metanol y se retiran del sistema. Los condensados purificados pueden reutilizarse en el proceso, por ejemplo, para lavar en la planta de blanqueo, en el lavado de la pasta cruda, en la zona de caustificación (lavado y dilución de lodos, regadíos de filtración de lodos), como licor de depuración de TRS para los hornos de cal o como agua de reposición del licor blanco. Los gases no condensables retirados de los condensados más concentrados se envían al sistema de recogida de gases olorosos concentrados y se incineran. Los gases retirados de condensados moderadamente contaminados se recogen en el sistema de concentración elevada y bajo volumen de gases (LVHC) y se incineran.
Evaporación e incineración de efluentes de la etapa de extracción alcalina en caliente	Los efluentes se concentran primero por evaporación y luego se queman como biocombustible en una caldera de recuperación. Las partículas con carbonato de sodio y los materiales fundidos del fondo del horno se disuelven para recuperar la solución de sosa.

Técnica	Descripción
Recirculación de los líquidos de lavado del preblanqueo al lavado la pasta cruda y la evaporación para reducir las emisiones del preblanqueo a base de MgO	Los requisitos para el uso de esta técnica son un número kappa relativamente bajo después de la cocción (por ejemplo, 14 a 16), depósitos, evaporadores y caldera de recuperación de capacidad suficiente para admitir los caudales extra, posibilidad de limpiar el equipo de lavado para eliminar los depósitos y pasta de blancura moderada (≤ 87 % ISO), pues esta técnica puede causar una ligera pérdida de blancura en algunos casos. Para los fabricantes de pasta para el mercado y para otros que deban alcanzar blancuras muy elevadas (> 87 % ISO), puede ser difícil aplicar el preblanqueo con MgO.
Caudal a contracorriente del agua de proceso	En fábricas integradas, el agua fresca se introduce sobre todo por medio de los regadíos de la máquina de papel, y se conduce desde allí a contracorriente hacia la sección de fabricación de la pasta.
Separación de los circuitos de agua	Los circuitos de agua de los distintos procesos (por ejemplo, unidad de fabricación de pasta, blanqueo y máquina de papel) se separan mediante lavado y secado de la pasta (por ejemplo, con prensas de lavado). La separación evita el arrastre de contaminantes hacia las etapas siguientes del proceso y permite eliminar las sustancias perjudiciales a partir de volúmenes menores.
Blanqueo de alta consistencia (al peróxido)	Para lograr un blanqueo de alta consistencia, se elimina agua de la pasta, por ejemplo con una prensa de doble o de otro tipo antes de añadir los compuestos blanqueadores. Esto permite un aprovechamiento más eficiente de los productos químicos de blanqueo y da lugar a una pasta más limpia, que arrastra menos sustancias perjudiciales a la máquina de papel y genera menos DQO. El peróxido residual puede reciclarse y reutilizarse.
Recuperación de fibras y cargas y tratamiento de las aguas blancas	Las aguas blancas de la máquina de papel pueden tratarse mediante las técnicas siguientes: a) dispositivos antipérdidas (normalmente un filtro de tambor o de disco o unidades de flotación con aire disuelto, etc.) que separan los sólidos (fibras y cargas) del agua del proceso. La flotación con aire disuelto en el circuito de aguas blancas transforma los sólidos en suspensión, finos, materiales coloidales de partículas pequeñas y sustancias aniónicas en copos que a continuación se retiran. Las fibras y cargas recuperadas vuelven al proceso. Las aguas blancas limpias pueden reutilizarse en riegos con requisitos de calidad del agua menos estrictos; b) la ultrafiltración repetida de las aguas blancas prefiltradas produce un filtrado superlimpio de calidad suficiente para utilizarlo en los riegos de agua a alta presión, en el agua de sellado y para la dilución de aditivos químicos.
Clarificación de las aguas blancas	Los sistemas de clarificación del agua utilizados en la industria papelera se basan casi exclusivamente en la sedimentación, la filtración (filtro de disco) y la flotación. La técnica más usada es la flotación con aire disuelto. Los residuos aniónicos y finos se aglomeran en flóculos manejables mediante el uso de aditivos. Como floculantes se utilizan polímeros de elevado peso molecular solubles en agua o electrolitos inorgánicos. Los aglomerados obtenidos (copos) flotan y se retiran de la artesa de clarificación. En el sistema de flotación con aire disuelto (DAF), los sólidos suspendidos se unen a burbujas de aire.
Recirculación del agua	El agua clarificada se recicla como agua del proceso en una unidad o en fábricas integradas desde la máquina de papel hacia la producción de pasta, y desde aquí hacia la planta de descortezado. Los efluentes se descargan principalmente desde los puntos de máxima carga contaminante (por ejemplo, limpieza del filtro de disco de las plantas de fabricación de pasta y de descortezado).

Técnica	Descripción
Optimización del diseño y la construcción de los depósitos y las cámaras (fabricación de papel)	Las tinas de almacenamiento de pasta y los depósitos de almacenamiento de aguas blancas se diseñan de modo que admitan las fluctuaciones del proceso y los caudales variables, incluso durante las puesta en marcha y las paradas.
Etapas de lavado antes del refinado de la pasta mecánica de coníferas	Algunas fábricas tratan previamente las astillas de madera de coníferas combinando el precalentamiento a presión, la compresión elevada y la impregnación para mejorar las propiedades de la pasta. Una etapa de lavado antes del refinado y el blanqueo reduce sustancialmente la DQO eliminando un efluente pequeño, pero muy concentrado, que se trata por separado.
Sustitución de NaOH por $\text{Ca}(\text{OH})_2$ o $\text{Mg}(\text{OH})_2$ como álcali en el blanqueo con peróxidos	El uso de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ como álcali determina una disminución de las cargas de DQO en las emisiones de aproximadamente el 30 %, y mantiene una blancura elevada. También se utiliza $\text{Mg}(\text{OH})_2$ en sustitución del NaOH.
Blanqueo en circuito cerrado	En plantas de pasta al sulfito que utilizan sodio como base de la cocción, el efluente de la planta de blanqueo puede tratarse, por ejemplo, mediante ultrafiltración, flotación y separación de resinas y ácidos grasos, lo que permite el blanqueo en circuito cerrado. Los filtrados del blanqueo y el lavado se reutilizan en la primera etapa de lavado después de la cocción y, por último, se reciclan hacia las unidades de recuperación de productos químicos.
Ajuste del pH del licor débil antes/dentro de la planta de evaporación	La neutralización se hace antes de la evaporación o después de la primera etapa de evaporación, para mantener los ácidos orgánicos disueltos en el concentrado y así enviarlos con el licor agotado a la caldera de recuperación.
Tratamiento anaerobio de los condensados de los evaporadores	Véase la sección 1.7.2.2 (tratamiento combinado anaerobio/aerobio)
Desgasificación y recuperación de SO_2 a partir de los condensados de los evaporadores	El SO_2 se extrae de los condensados; los concentrados se tratan biológicamente, y el SO_2 retirado se envía para recuperación como compuesto de cocción.
Monitorización y control continuo de la calidad del agua del proceso	En sistemas avanzados de agua en circuito cerrado, es necesario optimizar la totalidad del sistema de fibra-agua-aditivos químicos-energía. Esto exige la monitorización continua de la calidad del agua y motivación del personal, conocimientos y acciones relacionadas con las medidas necesarias para garantizar la calidad del agua exigida.
Prevención y eliminación de biopelículas con métodos que minimicen las emisiones de biocidas	La aportación continua de microorganismos con el agua y las fibras determina un equilibrio microbiológico específico en cada fábrica. Para evitar la proliferación generalizada de microorganismos, depósitos de biomasa acumulada o biopelículas en los circuitos de agua y los equipos, se utilizan con frecuencia biodispersantes y biocidas. Cuando se utiliza la desinfección catalítica con peróxido de hidrógeno se eliminan las biopelículas y los microorganismos libres del agua del proceso y los lodos de papel sin necesidad de usar biocidas.
Eliminación del calcio del agua del proceso mediante precipitado controlado de carbonato de calcio	La disminución de la concentración de calcio mediante la precipitación controlada del carbonato de calcio (por ejemplo, en una célula de flotación con aire disuelto) reduce el riesgo de precipitación no deseada de carbonato de calcio y la formación de incrustaciones en los sistemas de agua y los equipos (por ejemplo, en rodillos seccionadores, telas, fieltros y regadíos, tuberías o plantas de tratamiento biológico de aguas residuales).
Optimización de los riegos de la máquina de papel	La optimización de los riegos comprende: a) reutilización del agua del proceso (por ejemplo, aguas blancas clarificadas) para reducir el consumo de agua fresca; y b) la aplicación a los riegos de boquillas de diseño especial.

1.7.2.2 Tratamiento de aguas residuales

Técnica	Descripción
Tratamiento primario	Tratamiento fisicoquímico, como homogeneización, neutralización o sedimentación. La homogeneización (por ejemplo, depósitos de homogeneización) se utiliza para evitar variaciones grandes de caudal, temperatura y concentración de contaminantes y, de este modo, la sobrecarga del sistema de tratamiento de aguas residuales.
Tratamiento secundario (biológico)	Los procesos disponibles para el tratamiento de las aguas residuales con microorganismos son el proceso aerobio y el proceso anaerobio. En una etapa de clarificación secundaria, los sólidos y la biomasa se separan de los efluentes por sedimentación, a veces combinada con floculación.
a) Tratamiento aerobio	En el tratamiento biológico aerobio de aguas residuales, los materiales biodegradables disueltos y coloidales del agua se transforman en presencia de aire y por acción de microorganismos en una sustancia celular sólida (biomasa) y en dióxido de carbono y agua. Se utilizan los siguientes procesos: — lodos activados en una o dos etapas, — procesos en reactor de biopelícula, — biopelícula/lodos activados (planta compacta de tratamiento biológico). Esta técnica combina portadores en lecho móvil con lodos activados (BAS). La biomasa generada (exceso de lodos) se separa del efluente antes del vertido del agua.
b) Tratamiento combinado anaerobio/aerobio	El tratamiento anaerobio de aguas residuales convierte el contenido orgánico del agua en ausencia de aire y por medio de microorganismos en metano, dióxido de carbono, sulfuros, etc. El proceso se lleva a cabo en un reactor hermético al aire. Los microorganismos se retienen en el reactor como biomasa (lodos). El biogás generado en este proceso biológico está formado por metano, dióxido de carbono y otros compuestos, como hidrógeno y sulfuro de hidrógeno, y es adecuado para la producción de energía. El tratamiento anaerobio debe considerarse un pretratamiento antes del tratamiento aerobio, debido a la carga restante de DQO. El pretratamiento anaerobio reduce la cantidad de lodos que genera el tratamiento biológico.
Tratamiento terciario	El tratamiento avanzado engloba técnicas, como la filtración para eliminar sólidos, la nitrificación y desnitrificación para eliminar nitrógeno o la floculación/precipitación seguida de filtración para eliminar fósforo. El tratamiento terciario suele utilizarse cuando los tratamientos primario y biológico no bastan para obtener concentraciones bajas de TSS, nitrógeno o fósforo, que pueden ser necesarias debido a las condiciones locales.
Diseño y explotación correctos de la planta de tratamiento biológico	Una planta de tratamiento biológico bien diseñada y explotada debe tener en cuenta el diseño y dimensionamiento correctos de los depósitos de tratamiento (por ejemplo, decantadores) en función de las cargas hidráulicas y de contaminantes. Las bajas emisiones de TSS se logran asegurando la correcta sedimentación de la biomasa activa. Las revisiones periódicas del diseño, el dimensionamiento y el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales ayudan a alcanzar estos objetivos.

1.7.3 Descripción de las técnicas de prevención de la generación de residuos y de gestión de residuos

Técnica	Descripción
Sistemas de evaluación y gestión de residuos	Los sistemas de evaluación y gestión de residuos se utilizan para identificar opciones viables para optimizar la prevención, la reutilización, la recuperación, el reciclado y la eliminación final de residuos. Los inventarios de residuos permiten identificar y clasificar el tipo, las características, las cantidades y el origen de cada fracción de productos de desecho.
Recogida por separado de distintas fracciones de residuos	La recogida por separado de distintas fracciones de residuos en los puntos de origen y, si se considera apropiado, su almacenamiento intermedio puede aumentar las opciones de reutilización o reciclaje. La recogida por separado también incluye la segregación y clasificación de las fracciones de residuos peligrosos (por ejemplo, aceites y grasas, aceites hidráulicos y de transformador, baterías, material eléctrico inservible, disolventes, pinturas, biocidas o residuos químicos).
Combinación de fracciones de residuos adecuadas	La combinación de fracciones de residuos apropiadas depende de las opciones de reutilización y reciclaje preferidas, del tratamiento subsiguiente y de la eliminación.
Pretratamiento de los residuos del proceso antes de la reutilización o el reciclado	El pretratamiento comprende técnicas como las siguientes: — eliminación de agua, por ejemplo de lodos, corteza o desechos y, en algunos casos, secado para mejorar la facilidad de reutilización (por ejemplo, para aumentar el contenido calórico antes de la incineración), o bien — eliminación de agua para reducir el peso y el volumen de transporte. Para la eliminación de agua se utilizan prensas de correa, de tornillo, centrifugadoras de decantación o prensas de filtro con cámara, — aplastamiento o desgarramiento de los residuos, por ejemplo de procesos de RCF y eliminación de componentes metálicos, para mejorar las características de combustión antes de la incineración, — estabilización biológica antes de la eliminación de agua, si se prevé el uso agrícola.
Recuperación de materiales y reciclaje de residuos del proceso en la planta	Los procesos de recuperación de materiales comprenden técnicas como las siguientes: — separación de fibras de las corrientes de agua y recirculación hacia la alimentación, — recuperación de aditivos químicos, pigmentos de estucado, etc., — recuperación de compuestos de coacción por medio de calderas de recuperación, caustificación, etc.
Recuperación de energía en la planta o fuera de ella a partir de residuos de contenido orgánico elevado	Los restos del descortezado, la trituración, la filtración, etc., como corteza, lodos de fibras u otros residuos principalmente orgánicos se queman por su contenido calórico en incineradores o en centrales eléctricas de biomasa para recuperar la energía.
Utilización externa de materiales	La utilización de residuos adecuados de la producción de pasta y papel puede interesar a otros sectores industriales; por ejemplo: — combustión en hornos o mezcla con materias primas en la fabricación de cemento, cerámica o ladrillos (incluye también la recuperación de energía), — compostaje con lodos de papel o dispersión de fracciones de residuos adecuadas para la agricultura, — uso de fracciones inorgánicas (arena, piedras, grava, cenizas, cal) para la construcción, como pavimentos, carreteras, revestimientos, etc. La idoneidad de las fracciones de residuos para el uso fuera de la planta está determinada por su composición (por ejemplo, contenido inorgánico o mineral) y por la prueba de que la operación de reciclaje prevista no es dañina para el ambiente o para la salud.
Pretratamiento de fracciones de residuos antes de la eliminación	El pretratamiento de los residuos antes de su eliminación comprende medidas (eliminación de agua, secado, etc.) que reducen el peso y el volumen para el transporte o la eliminación.