



2020- año del General Manuel Belgrano

## PROYECTO DE LEY

### REQUERIMIENTOS TECNOLÓGICOS PARA NUEVAS INDUSTRIAS CELULÓSICAS

**La Honorable Cámara de Diputados y Senado de la Nación**

*Sancionan con fuerza de*

## LEY

**Artículo 1º.-** La presente ley establece los requerimientos tecnológicos para el desarrollo sostenible de nuevas industrias celulósicas.

**Artículo 2º.- OBJETIVOS.** Son objetivos de la presente ley:

- (a) Promover el desarrollo sostenible de la industria celulósica, en el marco del cumplimiento de la normativa ambiental, a través de un enfoque integrado a la incorporación de las Mejores Técnicas Disponibles (en adelante MTD), como medidas de prevención y control.
- (b) Proveer a la protección del ambiente, incluido en ello la salud de la población, y el uso racional de los recursos naturales.

**Artículo 3º.- ADOPCIÓN DE MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES.** Los establecimientos industriales que proyecten producir pulpa celulósica, papel y/o cartón, deberán adoptar las MTD contenidas en el Anexo I de la presente ley o las que en el futuro las actualicen.

**Artículo 4º.- SUJETOS OBLIGADOS.** La obligatoriedad de la adopción de las MTD regirá únicamente para las industrias celulósicas que se instalen luego de la sanción de la presente ley.

**Artículo 5º.- ÁMBITO DE APLICACIÓN.** El presente régimen será de aplicación en las Provincias que adhieran al mismo.

**Artículo 6º. DECLARACION DE IMPACTO AMBIENTAL.** Los proponentes de proyectos destinados a la Producción de Pulpa Celulósica, papel y/o cartón deberán cumplir el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental de acuerdo a la normativa vigente para el otorgamiento de la Declaración de Impacto Ambiental. Dentro del Estudio del Impacto

Ambiental correspondiente, se deberá incluir un detalle sobre las técnicas que aplicarán y señalar específicamente su adecuación a las MTD vigentes.

**Artículo 7°.- REGISTROS MTD.** Las industrias deben registrar el cumplimiento de la implementación de las MTD y presentar anualmente dichos registros a la Autoridad de Aplicación Provincial.

**Artículo 8°.- SOLICITUD DE REGISTROS MTD.** La autoridad de Aplicación Provincial puede requerir, en cualquier momento y por motivos fundados, los registros previstos en el Artículo 7°.

**Artículo 9°.- COMISIÓN TÉCNICA.** Se crea la Comisión Técnica para las recomendaciones de las actualizaciones de las MTD a implementarse para las nuevas industrias celulósicas.

**Artículo 10°.- FUNCIONES DE LA COMISIÓN TÉCNICA:** La Comisión Técnica tendrá como función revisar, analizar y recomendar la actualización de las MTD.

**Artículo 11°.- INTEGRACIÓN DE LA COMISIÓN TÉCNICA.** La Comisión Técnica debe ser presidida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación, e integrada por el Ministerio de Producción de la Nación, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, el CONICET, la Asociación Forestal Argentina (AFoA) y las Provincias que hayan adherido al presente régimen y autorizado el desarrollo de un nuevo proyecto de esta naturaleza. En todos los casos, deberá designarse un titular y un suplente por institución, quienes deberán ser idóneos en la materia.

**Artículo 12°.- CONSULTAS A ENTES ESPECIALIZADOS.** Cualquier integrante de la comisión podrá solicitar informes o estudios a entidades especializadas de reconocida trayectoria, nacionales o internacionales, para presentar como antecedente de discusión en el proceso de elaboración de las recomendaciones.

**Artículo 13°.- MAYORÍAS PARA LAS RECOMENDACIONES.** Para la definición de las recomendaciones de las MTD, se requiere dos tercios de los votos afirmativos de los integrantes de la comisión. En caso de no existir acuerdo sobre las actualizaciones a realizar, continuarán rigiendo las MTD vigentes en ese momento.

**Artículo 14°.- PERIODICIDAD DE LAS ACTUALIZACIONES DE LAS MTD.** Las actualizaciones de las MTD, en caso de corresponder, deben efectuarse cada 10 (diez) años. Al octavo año de vigencia, el Presidente de la Comisión Técnica debe convocar a sus integrantes para dar inicio al proceso de trabajo.

**Artículo 15°.- CARÁCTER PROTECTORIO DE LAS ACTUALIZACIONES.** Las actualizaciones de las MTD siempre deberán respetar los objetivos planteados en el Artículo 2°, y nunca podrán significar una disminución en la protección del ambiente.

**Artículo 16°.- ACTUALIZACIÓN DE LAS MTD.** La Jefatura de Gabinete de Ministros deberá disponer la actualización de las MTD, basándose en las recomendaciones efectuadas por la Comisión Técnica. En caso de apartamiento de las recomendaciones, deberá dar razones fundadas.

**Artículo 17°.- IRRECTROACTIVIDAD DE LAS ACTUALIZACIONES.** En ningún caso las actualizaciones de las MTD podrán tener efectos retroactivos.

**Artículo 18°.- ADHESIÓN PROVINCIAL.** Las Provincias que adhieran al presente régimen, deberán hacerlo a través del dictado de una ley Provincial.

**Artículo 19°.- PROHIBICIÓN DE USO DE BOSQUES NATIVOS.** Las industrias que se instalen en las provincias que adhieran al presente régimen, no podrán utilizar bosques nativos como materia prima para la producción de pasta celulósica.

**Artículo 20°.- AUTORIDAD DE APLICACIÓN PROVINCIAL.** Será Autoridad de Aplicación Provincial de la presente ley, la dependencia ambiental que determine cada jurisdicción.

**Artículo 21°.- AUTORIDAD DE APLICACIÓN NACIONAL.** La Autoridad de Aplicación Nacional de la presente ley, es el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación o la dependencia que en el futuro lo reemplace, y debe cumplir las siguientes funciones:

- a) Velar por el adecuado cumplimiento de las disposiciones de la presente ley, requiriendo información, instando y asistiendo a las autoridades competentes para su efectiva aplicación, de acuerdo al principio de subsidiariedad contemplado en la Ley N° 25.675.
- b) Brindar asistencia y asesoramiento técnico a las Autoridades Competentes locales respecto de la instrumentación y aplicación efectivas de esta ley.
- c) Contribuir al fortalecimiento de las Autoridades Competentes para la generación de políticas de capacitación y divulgación de información de las MTD.
- d) Promover la adopción de sistemas de medición y evaluación sobre variables de procesos, contemplando indicadores económicos, sociales y ambientales.

**Artículo 22°.-** El Poder Ejecutivo reglamentará la presente Ley en el plazo de noventa (90) días desde su promulgación.

**Artículo 23°.-** Comuníquese al Poder Ejecutivo. –

## FUNDAMENTOS

Sr. Presidente:

El presente Proyecto de Ley que se trae a consideración de mis colegas, Señores Legisladores, propone establecer normas y reglas específicas para la implementación de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) como requisito para la instalación de nuevas industrias celulósicas.

La Sanción de esta ley tiene como objetivos la protección del medio ambiente, incluido en ello la salud de la población y el uso racional de los recursos naturales, al mismo tiempo de promover el desarrollo sostenible en un marco de fortalecimiento de la normativa ambiental vigente. Esto se alcanzará a través de un enfoque integrado, que incorpora medidas de prevención y gestión ambiental, mediante el uso de la tecnología más avanzada a nivel mundial.

La normativa ambiental vigente establece pautas generales para la instalación de industrias de distinta naturaleza. Para aquellas vinculadas a la producción celulósica no existe ninguna normativa nacional específica que establezca la implementación de tecnologías que eviten o minimicen impactos ambientales.

La Ley 25.612 de Presupuestos Mínimos, regula la gestión de los residuos industriales y de manera general establece ciertas pautas relacionadas con la tecnología de los procesos, sin distinción de actividades industriales específicas.

Por una parte, establece de manera facultativa la adopción de programas progresivos de adecuación tecnológica de los procesos industriales (Art. 11). Luego le encomienda a los Gobiernos provinciales, la adopción de medidas promocionales para las industrias que se encuentren implementando los mismos (Art. 14).

En lo que particularmente nos interesa, la ley delega a la autoridad de aplicación el establecimiento de características mínimas y necesarias que deben poseer las tecnologías a ser aplicadas en la gestión de residuos industriales, a fin de proteger el ambiente (Art. 17). Luego, la ley establece que los generadores deberán justificar ante la autoridad de aplicación la elección de tecnologías a utilizar (Art. 18).

Vemos que otorga facultades discrecionales a la autoridad de aplicación en un tema que consideramos de trascendencia y que requiere de certezas de mediano y largo plazo. Por una parte, le autoriza a fijar, sin criterios objetivos ni limitaciones, las características mínimas que deben poseer las tecnologías industriales. Luego, hace recaer en los inversores, la carga de justificar ante la Administración, la tecnología que utilizará. Es decir, aquellos que tienen interés en invertir en industrias, deben persuadir a las autoridades de que la tecnología que utilizará es la correcta.

Por un lado, tenemos discrecionalidad por parte de la autoridad de aplicación en un tema sensible desde el punto de vista ambiental y económico como es el de las mejores técnicas disponibles. Por otro, en ese marco, el inversor debe transitar por las dependencias estatales, sin reglas procedimentales ni pautas objetivas, a fin de justificar y convencer a los funcionarios públicos que la tecnología de sus plantas industriales es amigable con el medio ambiente.

Vemos muy riesgoso, tanto para el medio ambiente, como para el desarrollo productivo, las excesivas discrecionalidades y falta de reglas claras. Por ello, consideramos necesario que el Congreso como máximo representante político de la ciudadanía, establezca pautas objetivas en lo que respecta a las mejores técnicas para las industrias celulósicas, ya que la instalación de este tipo de actividades genera en la sociedad incertidumbre y temor, en muchos casos por desconocimiento tanto de los efectos ambientales que se pudieran producir, como de la existencia de nuevas tecnologías de mejor comportamiento ambiental probadas en otros países.

La Constitución Nacional establece los principios orientadores de las políticas públicas especiales que encomienda a los poderes constituidos. Para el proyecto que traigo a consideración de ésta Cámara de Diputados, cabe destacar:

**El equilibrio entre ambiente sano y el desarrollo productivo.**

*Artículo 41.- “Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley.*

*Las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural y de la diversidad biológica, y a la información y educación ambientales...”*

La norma en este caso instituye el derecho a un ambiente sano en favor de los ciudadanos, y al mismo tiempo deja en claro que el desarrollo debe satisfacer las necesidades actuales de la población, guardando las de las generaciones futuras. El constituyente buscó un equilibrio entre la producción y el ambiente.

A partir de la reforma constitucional de 1994, muchas normativas referidas al ambiente adoptaron el formato de leyes de presupuestos mínimos. En este caso, entendemos que no es lo adecuado ya que, el rubro que se busca regular es muy específico y representa solo una rama del sector agroindustrial. Por otro lado, se encuentra vigente la ley 25.612 de presupuestos mínimos de gestión de residuos industriales, la cual será mejorada en sus efectos por la norma que proponemos para el caso particular de la instalación de industrias celulósicas.

En el caso del proyecto traído a consideración, busca proteger el ambiente a través de la utilización de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) por parte de las nuevas industrias celulósicas, y además fijar reglas objetivas y dar señales claras a los inversores en esa materia. La aprobación de este proyecto por parte del Congreso y la posterior adhesión de las Provincias interesadas a través de sus legislaturas, servirá a dichos fines y brindará certidumbre por parte de las instituciones del País.

Respaldado en los beneficios económicos y ambientales del desarrollo Foresto-Industrial, en Argentina se ha promocionado la inversión de bosques cultivados más activamente desde el año 1999 con la sanción de la ley 25.080. Este régimen de promoción continúa vigente hasta el 2029 y tiene el objetivo de alcanzar una superficie de 2.000.000 de hectáreas cultivadas.

Como resultado de la promoción, hoy el país cuenta con un patrimonio de más de 1.300.000 hectáreas de bosques implantados, de las cuales, más del 85% se encuentra en las siguientes

ubicaciones: Provincias de Corrientes (38%), Misiones (31%), Entre Ríos (13%) y delta de Buenos Aires (5%).

Este potencial, generará en el mediano o largo plazo el interés por el desarrollo de nuevas industrias celulósicas en nuestro país.

De acuerdo al Plan Estratégico Forestal y Foresto Industrial 2030, elaborado en articulación entre el Sector Público y Privado, en Argentina se podrían dar en los próximos años inversiones en industrias de pulpas celulósicas y papel que alcancen los USD 5.000 millones, con facturaciones anuales de USD 2.150 millones, y valores de exportación anual de USD 1.850 millones, constituyéndose en una fuente importante de divisas para el país, generando más de 6.000 empleos directos e indirectos y 100 MW de energía adicionales de aporte a la red.

Para aprovechar de una manera sustentable este potencial desarrollo económico regional, es necesario encauzarlo en un marco de buenas prácticas ambientales.

Por otro lado, la necesidad de construir sociedades mucho menos dependientes de los recursos fósiles es un tema de creciente preocupación en las últimas décadas, que actualmente ha cobrado renovada vigencia ya que de la mano de los avances en la biología moderna se ofrecen posibilidades ciertas de sustituir, al menos en parte, nuestra dependencia de los hidrocarburos y derivados, y, vía esto, comenzar a construir esquemas de vida más sustentables.

La bioeconomía es un concepto emergente de estas preocupaciones y oportunidades, que hoy está siendo reconocido como una alternativa cierta para la generación de los nuevos comportamientos y fuentes de empleo que el mundo necesita para hacer frente al doble desafío del cambio climático y la continuada necesidad de progreso económico indispensable para la reducción de la pobreza.

En este sentido, hoy en día las industrias de pulpa celulósica y papel son consideradas en el campo de la bioeconomía como Biorrefinerías, una industria que, a partir de materiales biológicos o biomasa, puede producir además de la pulpa y el papel, múltiples productos tales como energía renovable, insumos para biomateriales utilizados en el reemplazo del plástico, biocombustibles, entre otros.

En los últimos años a nivel internacional se ha trabajado en la investigación y desarrollo de tecnologías de mejor comportamiento ambiental. Como consecuencia de estas investigaciones se determinaron las tecnologías más avanzadas para minimizar los impactos ambientales de estos emprendimientos. Para identificar estas tecnologías se utiliza el término "Mejores Técnicas Disponibles" (MTD), las mismas están sujetas a actualizaciones en función del progreso tecnológico.

La Unión Europea es la región con mayor historia en producción de pulpa celulósica y papel, concentrando actualmente el 25% del volumen total elaborado a nivel mundial. Existe consenso en cuanto a que las MTD europeas son consideradas las más rigurosas, y las propuestas en este proyecto están basadas en ellas.

Las MTD se refieren a propuestas en el diseño de plantas industriales y sus procesos, con el fin de optimizar el uso del agua y la energía, realizar una correcta gestión de materias primas

y residuos, con su consecuente mejora en el tratamiento de efluentes y emisiones. Estas MTD están detalladas para cada uno de los diferentes procesos relacionados a la industria celulósica.

A través de este Proyecto de ley buscamos conducir mejor el proceso de instalación de nuevas industrias celulósicas, estableciendo la exigencia de aplicación de MTD.

## ARTICULADO

En lo que respecta al articulado, proponemos que los establecimientos que se instalen luego de aprobado el presente proyecto de ley, tengan la obligación de adoptar las MTD.

Esto se deberá plasmar en el Estudio de Impacto Ambiental, para que de acuerdo a la legislación vigente, se otorgue la Declaración de Impacto Ambiental. Se busca de esa manera, evitar la duplicación de procesos de control.

Una vez instalada la industria, las empresas deberán llevar registros de la implementación de las MTD, los cuales serán presentados anualmente a la Autoridad de Aplicación Provincial, con el fin de monitorear durante su funcionamiento, el cumplimiento de la normativa vigente.

Con el objeto de mantener actualizadas las MTD, se propone la creación de una Comisión Técnica que se encargue de elaborar las recomendaciones pertinentes. Los integrantes de esta comisión son actores públicos y privados involucrados y con conocimiento en la materia.

Es importante que las MTD sean periódicamente actualizadas a fin de aprovechar los avances tecnológicos. A su vez, proponemos que la autoridad competente para aprobar las actualizaciones sea el Jefe de Gabinete de Ministros, figura incorporada en la Reforma de la Constitución Nacional del año 1994 con atribuciones y funciones establecidas en el artículo 100 de la misma, dado que en el proceso de elaboración de las recomendaciones intervienen diversas áreas de la Administración Pública Nacional. Estas actualizaciones deberán siempre ser superadoras desde lo ambiental.

A continuación, se propone que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación sea la autoridad de aplicación de la ley en dicha jurisdicción, y que las provincias designen la autoridad de aplicación en el plano local. Ello así, por los motivos expuestos anteriormente, en cuanto a las mejores posibilidades de un control efectivo por parte de las jurisdicciones locales.

Finalmente, el régimen se aplicará en las provincias que adhieran al mismo a través de sus legislaturas. De esta manera se genera un marco normativo tanto nacional como provincial que proveerá a la protección del ambiente y al desarrollo sustentable de estas actividades productivas.

AUTOR: JORGE ALBERTO VARA

FIRMANTES:

ESTELA MERCEDES REGIDOR BELLEDONE

ALFREDO OSCAR SCHIAVONI

GABRIELA LENA  
PABLO TORELLO  
CARLOS ALBERTO FERNANDEZ  
ATILIO FRANCISCO SALVADOR BENEDETTI  
ALICIA FREGONESE  
LUIS MARIO PASTORI  
INGRID JETTER  
GUSTAVO RENE HEIN  
JORGE ENRIQUE LACOSTE



## ANEXO I

### MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES (MTD) PARA LA PRODUCCIÓN DE PASTA CELULÓSICA, PAPEL Y/O CARTÓN PARA PLANTAS INDUSTRIALES A INSTALARSE EN EL TERRITORIO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

#### CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| ALCANCE .....  | 3  |
| NIVELES DE EMISIÓN ASOCIADOS A LAS MTD (NEA-MTD).....  | 3  |
| PERÍODOS PARA EL CÁLCULO DE VALORES MEDIOS PARA LAS EMISIONES AL AGUA .....                                  | 4  |
| CONDICIONES DE REFERENCIA PARA LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS .....  | 4  |
| PERÍODOS PARA EL CÁLCULO DE VALORES MEDIOS PARA LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS .....                             | 5  |
| DEFINICIONES .....   | 5  |
| SIGLAS .....   | 8  |
| 1.1. CONCLUSIONES GENERALES SOBRE LAS MTD PARA LA INDUSTRIA DE LA PASTA Y EL PAPEL .....                     | 9  |
| 1.1.1. Sistema de gestión ambiental .....  | 9  |
| 1.1.2. Gestión de materiales y orden y limpieza .....  | 10 |
| 1.1.3. Gestión de aguas y aguas residuales .....   | 11 |
| 1.1.4. Consumo de energía y eficiencia energética.....   | 12 |
| 1.1.5. Emisión de olores .....   | 13 |
| 1.1.6. Monitoreo de los principales parámetros del proceso y de las emisiones al agua y a la atmósfera ..... | 14 |
| 1.1.7. Gestión de residuos .....   | 17 |
| 1.1.8. Emisiones al agua .....   | 18 |
| 1.1.9. Emisiones de Ruido .....  | 18 |
| 1.1.10. Cierre definitivo .....  | 20 |
| 1.2. CONCLUSIONES SOBRE LAS MTD PARA LA FABRICACIÓN DE PASTA KRAFT .....                                     | 20 |
| 1.2.1. Aguas residuales y emisiones al agua .....  | 20 |
| 1.2.2. Emisiones a la atmósfera.....   | 22 |
| 1.2.3. Generación de residuos.....   | 28 |
| 1.2.4. Consumo de energía y eficiencia energética.....   | 28 |
| 1.3. CONCLUSIONES SOBRE LAS MTD PARA LA FABRICACIÓN DE PASTA AL SULFITO.....                                 | 30 |
| 1.3.1. Aguas residuales y emisiones al agua .....  | 30 |
| 1.3.2. Emisiones a la atmósfera.....   | 32 |
| 1.3.3. Consumo de energía y eficiencia energética.....   | 34 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1.4.   | CONCLUSIONES SOBRE LAS MTD PARA LA FABRICACIÓN DE PASTA MECÁNICA Y QUIMIMECÁNICA .....  | 35 |
| 1.4.1. | Aguas residuales y emisiones al agua .....  | 35 |
| 1.4.2. | Consumo de energía y eficiencia energética.....   | 36 |
| 1.5.   | CONCLUSIONES SOBRE LAS MTD PARA EL PROCESAMIENTO DE PAPEL PARA RECICLAR .....   | 37 |
| 1.5.1. | Gestión de materiales .....   | 37 |
| 1.5.2. | Aguas residuales y emisiones al agua .....  | 38 |
| 1.5.3. | Consumo de energía y eficiencia energética.....   | 40 |
| 1.6.   | CONCLUSIONES SOBRE LAS MTD PARA LA FABRICACIÓN DE PAPEL Y PROCESOS RELACIO.....   | 40 |
| 1.6.1. | Aguas residuales y emisiones al agua .....  | 41 |
| 1.6.2. | Emisiones a la atmósfera.....   | 43 |
| 1.6.3. | Generación de residuos.....   | 44 |
| 1.6.4. | Consumo de energía y eficiencia energética.....   | 44 |
| 1.7.   | DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS .....   | 45 |
| 1.7.1. | Descripción de las técnicas de prevención y control de las emisiones atmosféricas....   | 45 |
| 1.7.2. | Descripción de las técnicas empleadas para reducir el uso de aguas limpias, y el caudal y la carga de contaminantes en las aguas residuales ..... | 49 |
| 1.7.3. | Descripción de las técnicas de prevención de la generación de residuos y de gestión de residuos .....   | 55 |

## **ALCANCE**

Las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) aquí descritas, aplicables a plantas industriales a instalarse, corresponden a las actividades de la producción integrada y no integrada de:

- a) Pasta para papel a partir de madera o de otras materias fibrosas (por ejemplo: papel para reciclar);
- b) Papel o cartón con una capacidad de producción superior a 20 toneladas diarias.

En particular, estas (MTD) 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 quimimecánica,
- 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 MTD no se refieren a las siguientes actividades:

- I) Producción de pasta a partir de materias primas fibrosas distintas a 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.

## **NIVELES DE EMISIÓN ASOCIADOS A LAS MTD (NEA-MTD)**

Se define como NEA-MTD al rango de niveles de emisión obtenido en condiciones normales de funcionamiento, haciendo uso de una de las mejores técnicas disponibles o de una combinación de las mejores técnicas disponibles, según se describen en las conclusiones sobre las MTD, expresada como una media durante un determinado período de tiempo, en condiciones de referencia específicas.

Si bien los NEA-MTD definen rangos de niveles, no se excluye la adopción de técnicas más avanzadas, por parte de las empresas, que permitan a las mismas alcanzar valores de emisión menores al mínimo del rango establecido, obteniéndose un nivel general superior de protección del medioambiente.

Cuando los “niveles de emisiones asociados con las mejores técnicas disponibles” (NEA-MTD) se expresen en unidades diferentes (por ejemplo, valores de concentración o de carga por tonelada de producción neta), éstas diferentes maneras de expresar los niveles de emisión deben considerarse como alternativas equivalentes (siempre considerando un mismo período de cómputo del promedio).

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 mezcla basada en su aporte aditivo en la descarga, 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 períodos 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 período de muestreo de 24 horas obtenida como muestra compuesta proporcional al caudal <sup>(1)</sup> o, si se demuestra que la estabilidad del caudal es suficiente, a partir de una muestra proporcional al tiempo <sup>(1)</sup> . |
| 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 producto/materiales generados o procesados.                         |

(1) En casos especiales, puede ser necesario aplicar diferentes procedimientos de muestreo (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 O<sub>2</sub> 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/Nm<sup>3</sup>) = Concentración de emisiones corregida al nivel de oxígeno de referencia  $O_R$ .

$O_R$  (% vol) = Nivel de oxígeno de referencia.

$E_M$  (mg/Nm<sup>3</sup>) = Concentración medida de emisiones con respecto al  $O_M$ .

$O_M$  (% vol) = Nivel de oxígeno medido.

## PERÍODOS PARA EL CÁLCULO DE VALORES MEDIOS PARA LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Salvo que se indique otra cosa, los períodos de cálculo 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 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. 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, se aplican las siguientes definiciones:

| <b>Término utilizado</b>                           | <b>Definición</b>   |
|--|---|
| Planta nueva                                       | Planta autorizada por primera vez en un sitio tras la publicación de las presentes MTD, o sustitución completa de una planta sobre los cimientos existentes de la instalación tras la publicación del presente documento.                               |
| Gases olorosos concentrados no condensables (GCNC) | Gases olorosos no condensables concentrados (o «gases olorosos fuertes»): gases que contienen TRS procedente de cocción, evaporación y de arrastre (stripping) de los condensados.  |
| Gases olorosos diluidos                            | Gases olorosos no condensables diluidos (débiles): gases que contienen TRS pero que no son gases fuertemente olorosos (por ejemplo, gases procedentes de depósitos, tanques de lavado, tolva de chips (chips bin), filtros de lodos de cal, secadores). |
| Gases diluidos residuales                          | Gases diluidos emitidos por 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.   |
| Emisión  | Liberación, descarga o transferencia a la atmosfera, al agua o al suelo de sustancias, vibraciones, calor o ruido procedentes de forma directa o indirecta de fuentes puntuales o difusas de la instalación.  |

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| Eliminable                        | Característica de una sustancia que muestra que puede ser removida de las aguas residuales, por ejemplo: por la adsorción en la biomasa; no necesariamente es igual a biodegradable.   |
| Eliminación                       | Referido a aquellas operaciones sobre los residuos que no pueden conducir a la recuperación de recursos, el reciclado, la regeneración, la reutilización directa u otros usos, por ejemplo: incineración, rellenos especialmente diseñados, etc.   |
| Índice Volumétrico de Lodos (IVL) | Es el volumen en mililitros ocupado por un gramo de una suspensión después de una sedimentación de 30 minutos en un cilindro graduado de 1000ml. Se utiliza para monitorear las características de sedimentabilidad de barros activados y de otras suspensiones biológicas.  |
| Mejore Técnicas Disponibles - MTD | Se entiende a la fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir la base de los valores límite de emisión y de otras condiciones destinadas a evitar o, cuando ello no sea practicable, reducir las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente.<br>También se entenderá por:<br>«mejores»: las técnicas más eficaces para alcanzar un alto nivel general de protección del medio ambiente en su conjunto.<br>«técnicas»: la tecnología utilizada junto con la forma en que la instalación esté diseñada, construida, mantenida, explotada y paralizada;<br>«disponibles»: las técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto del sector industrial correspondiente, en condiciones económica y técnicamente viables, tomando en consideración los costos y los beneficios, tanto si las técnicas se utilizan o producen dentro o fuera del país, siempre que el titular pueda tener acceso a ellas en condiciones razonables; |
| Pasta de mercado                  | Pasta fabricada y secada en la misma fábrica, destinada a la venta a fábricas de papel localizadas en otros lugares.   |
| 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 de 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 de mercado).   |
| Producción neta                   | i) En el caso de fábricas de papel: producción sin embalar y vendible que sale de la última bobinadora, es decir, antes de la transformación.<br>ii) En el caso de estucadoras fuera de línea: producción a la salida de la estucadora.<br>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 tubos de cartón.<br>iv) En el caso de fábricas de pasta de mercado: producción después del embalado (ADt).<br>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: igual a i).   |

|  |   |
|--|---|
| Save- all                                | Equipo utilizado para recuperar fibras y cargas de las aguas blancas. Usualmente opera por filtración, sedimentación, floculación y flotación.  |
| 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 a nichos de mercado que a menudo se diseñan para un cliente o un grupo de usuarios determinado. Son ejemplos de papeles especiales, el papel de cigarrillo, 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 latifoliadas (fibra corta)     | Madera procedente de especies arbóreas como el álamo, el sauce o el eucalipto.  |
| Madera de coníferas (fibra larga)        | Madera procedente de coníferas, como el pino, la araucaria o el abeto.  |
| Caustificación                           | Proceso del ciclo de la cal en el que el hidróxido (licor blanco) se regenera mediante la reacción $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3 (\text{s}) + 2 \text{OH}^-$  |
| Separación/Arrastre de gases (stripping) | Proceso que involucra una transferencia de masa a través de una superficie de intercambio, de un gas disuelto vaporizable desde la fase líquida a una corriente gaseosa. Se contacta el líquido conteniendo el gas disuelto a ser separado con una corriente gaseosa, por ejemplo, aire, vapor de agua.   |
| Análisis Pinch                           | Método para analizar y optimizar el uso de energía en los procesos y en las plantas, a través de la integración de procesos. Es adecuado para determinar dónde y cuanta energía se debería utilizar para un sistema optimizado termodinámicamente. Los datos del proceso están representados como una serie de flujos de energía o corrientes, como una función de la carga térmica frente a la temperatura. Estos datos forman curvas compuestas, una para todas las corrientes calientes (calor liberado) y una para las corrientes frías (demandantes de calor).   |

## SIGLAS

| <b>Término utilizado</b>  | <b>Definición</b>   |
|---------------------------|---|
| ADt                       | Tonelada métrica de pasta secada al aire; se expresa con una sequedad del 90 %.   |
| AOX                       | Compuestos orgánicos halogenados adsorbibles medidos en conformidad con métodos estandarizados para aguas residuales, como la norma EN ISO: 9562.   |
| CMP                       | Pasta quimimecánica.  |
| COT                       | Carbono orgánico total.   |
| COV                       | Todo compuesto orgánico, así como la fracción de creosota, que tenga a 292,15 K una presión de vapor de 0,01 kPa o más, o que tenga una volatilidad equivalente a las condiciones particulares de uso.                                |
| CTMP                      | Pasta quimitemomecánica.  |
| 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 peróxido).  |
| 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 <sub>2</sub> S          | Sulfuro de hidrógeno.   |
| LWC                       | Papel con estucado de bajo gramaje.   |
| MS                        | Materia seca expresada como % en peso.  |
| Nitrógeno total (N total) | El nitrógeno total (N total) expresado como N comprende nitrógeno orgánico, amonio libre y amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N), nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N) y nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N).         |
| NO <sub>x</sub>           | Suma de óxido de nitrógeno (NO) y dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ), expresada como NO <sub>2</sub> .   |
| NSSC                      | Pasta semiquímica al sulfito neutro.  |
| RCF                       | Fibra reciclada.  |
| SO <sub>2</sub>           | Dióxido de azufre.  |
| TCF                       | Blanqueo libre de cloro total.  |
| 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. |
| SST                       | Sólidos suspendidos totales (en aguas residuales). Los sólidos en suspensión son pequeños fragmentos de fibras, cargas, finos, lodos biológicos no decantados (flóculos) y otras partículas pequeñas.                                 |



## 1.1. CONCLUSIONES GENERALES SOBRE LAS MTD PARA LAS NUEVAS INDUSTRIAS DE LA PASTA Y EL PAPEL

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

### 1.1.1. Sistema de gestión ambiental

**MTD 1. Con el objeto de mejorar el desempeño ambiental global de las plantas de fabricación de pasta, papel y cartón, la MTD consiste en la implementación y adhesión a un sistema de gestión ambiental (SGA) que incorpore los siguientes aspectos:**

- a) Compromiso de la/las gerencias incluida la alta Dirección,
- b) Definición de una política ambiental, por parte de la Dirección, que incluya la mejora continua de las instalaciones;
- c) Establecimiento de objetivos y metas; planificación y seguimiento de acciones para la mejora, junto con la planificación financiera y las inversiones;
- d) Implementación de procedimientos, prestando atención especialmente a:
  - La organización y la asignación de responsabilidades,
  - La formación, la toma de conciencia y las competencias profesionales,
  - La comunicación,
  - La participación de los empleados,
  - La documentación,
  - El control eficaz de los procesos,
  - Los programas de mantenimiento,
  - La preparación y respuesta para las emergencias,
  - Garantía del cumplimiento de la legislación ambiental.
- e) Evaluación de desempeño y toma de medidas correctivas, haciendo especial hincapié en lo siguiente:
  - El monitoreo y la medición,
  - Las medidas correctivas y preventivas
  - El mantenimiento de registros,
  - 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 implementado y mantenido de la manera correcta.
- f) Revisión del SGA por parte de la Alta Dirección para comprobar que siga siendo oportuno, adecuado y eficaz;
- g) Seguimiento del desarrollo de nuevas tecnologías más limpias;
- h) Considerar el análisis, tanto en la fase de diseño de una planta nueva como durante toda su vida útil, de los impactos 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 los impactos ambientales del proceso de producción, empleando una combinación de las técnicas mencionadas a continuación.**

|   | <b>Técnica</b>   |
|---|--|
| a | Selección cuidadosa y control de productos químicos y aditivos.  |
| b | Análisis de entradas y salidas con un inventario de productos químicos, incluyendo cantidades y propiedades toxicológicas.   |
| c | Reducción del uso de insumos químicos a la cantidad mínima exigida por las especificaciones de calidad del producto terminado.   |
| d | Evitar el uso de sustancias nocivas (por ejemplo, agentes limpiadores, surfactantes o agentes de dispersión conteniendo nonilfenol etoxilado) y sustitución por opciones menos nocivas.      |
| e | Minimización del aporte de sustancias al suelo por lixiviación, precipitación atmosférica y almacenamiento incorrecto de materias primas, productos y residuos.                              |
| f | Implementación de un programa de gestión de derrames 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 conductos y 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 peróxido, la MTD consiste en utilizar una combinación de las técnicas mencionadas a continuación.**

|   | <b>Técnica</b>   | <b>Aplicabilidad</b>   |
|---|--|--|
| 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/remueven 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 se mencionan a continuación.**

|   | <b>Técnica</b>  | <b>Aplicabilidad</b>  |
|---|---|---|
| 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 patio de madera y, en particular, las superficies utilizadas para el almacenamiento de chips.   | La aplicación puede verse limitada por el tamaño del patio de madera y la zona de almacenamiento.   |
| d | Controlar el caudal de agua de rociado y minimizar la escorrentía superficial procedente del patio de madera.   | Aplicable con carácter general.   |
| e | Recolectar las aguas de escorrentía contaminadas procedentes del patio 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 m<sup>3</sup>/ADt.

**MTD 5. Para reducir el uso de agua limpia 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 mencionan a continuación.**

|   | <b>Técnica</b>  | <b>Aplicabilidad</b>            |
|---|---|---------------------------------|
| a | Monitorear y optimizar el uso de agua.  | Aplicable con carácter general. |
| b | Evaluar las opciones de recirculación del agua.   |                                 |
| c | Sopesar el grado de cierre de los circuitos de agua contra los potenciales perjuicios, agregando equipos adicionales si es necesario. |                                 |
| d | Separar y reutilizar el agua de sello menos contaminada proveniente de las bombas de vacío.   |                                 |
| e | Separar y reutilizar el agua de refrigeración limpia, del agua del proceso contaminada.   |                                 |

|   |  |  |
|---|--|--|
| f | Reutilizar agua del proceso en lugar de utilizar agua limpia (recirculación y cierre de circuitos de agua).                    | La aplicabilidad puede verse limitada por los requerimientos de 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 por el aumento de las molestias debido al mal olor. |
| g | Tratamiento en línea de / o parte del agua del proceso para mejorar su calidad y permitir la recirculación o la reutilización. | Aplicable con carácter general.  |

Los caudales de efluentes 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 efluentes asociado a la MTD  |
|---|--|
| Pasta kraft blanqueada                              | 25 — 50 m <sup>3</sup> /ADt  |
| Pasta kraft sin blanquear                           | 15 — 40 m <sup>3</sup> /ADt  |
| Pasta para papel blanqueado al sulfito              | 25 — 50 m <sup>3</sup> /ADt  |
| Pasta magnefite                                     | 45 — 70 m <sup>3</sup> /ADt  |
| Pasta para disolver                                 | 40 — 60 m <sup>3</sup> /ADt  |
| Pasta NSSC  | 11 — 20 m <sup>3</sup> /ADt  |
| Pasta mecánica                                      | 9 — 16 m <sup>3</sup> /t   |
| CTMP y CMP  | 9 — 16 m <sup>3</sup> /ADt   |
| Fábricas de papel RCF sin destintado                | 1,5 — 10 m <sup>3</sup> /t<br>(el límite superior del intervalo corresponde principalmente a la fabricación de cartón plegable para cajas) |
| Fábricas de papel RCF con destintado                | 8 — 15 m <sup>3</sup> /t   |
| Fábricas de papel tisú basado en RCF sin destintado | 10 — 25 m <sup>3</sup> /t  |
| Fábricas de papel no integradas                     | 3,5 — 20 m <sup>3</sup> /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 mencionan a continuación.**

|   | Técnica   | Aplicabilidad                   |
|---|---|---------------------------------|
| a | Usar un sistema de gestión de la energía que reúna todas las características siguientes:<br>i) evaluación del consumo y la producción total de energía de la fábrica,<br>ii) localización, cuantificación y optimización de las posibilidades de recuperación de energía,<br>iii) monitoreo y preservación de la situación optimizada para reducir el 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. |
| c | Cubrir tanto como sea posible la demanda de vapor y electricidad de los procesos de producción mediante la cogeneración de energía térmica y eléctrica (CHP).                 | Aplicable con carácter general.   |
| d | Usar calor excedente 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 de lo que se debe secar, calentar, etc.                              |
| e | Utilización de termocompresores.  | Técnica aplicable para todas las calidades de papel y para máquinas estucadoras, siempre que se disponga de vapor a media presión.                                    |
| f | Aislar las conexiones de las conducciones de vapor y condensados.   | Aplicable con carácter general.   |
| g | Utilizar sistemas de vacío eficientes para el drenado.  | Aplicable con carácter general.   |
| h | Utilizar motores, bombas y agitadores de alta eficiencia eléctrica.   |   |
| i | Utilizar variadores de frecuencia para ventiladores, compresores y bombas.  |   |
| j | Ajustar la presión del vapor a la necesidad real.   |   |

### Descripción

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

#### 1.1.5. Emisión 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 enumeran en las secciones 1.2.2 y 1.3.2.

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

| <b>Técnica</b>   |   |
|--|---|
| <b>I. Aplicables a olores relacionados con el cierre de circuitos de agua</b>  |   |
| a  | Diseñar los procesos de fabricación de papel, tanques de almacenamiento de aguas y pastas, cañerías y recipientes/piletas de forma de evitar 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, la desinfección catalítica con peróxido de hidrógeno) para controlar los olores y la proliferación de bacterias.  |
| 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.  |
| <b>II. Aplicables a olores relacionados con el tratamiento de aguas residuales y la manipulación de lodos, para evitar que sus condiciones se vuelvan anaerobias</b> |   |
| a  | Implementar sistemas cerrados de aguas residuales con venteos controlados, utilizando en algunos casos productos químicos para reducir la formación de ácido sulfhídrico y para oxidar el que se forme en los sistemas de alcantarillado.   |
| b  | Evitar el exceso de aireación en los depósitos de equalización, pero manteniendo un mezclado suficiente.  |
| c  | Cerciorarse de que los tanques de aireación tengan suficiente capacidad de aireación y de mezclado; revisar el sistema de aireación con regularidad.  |
| d  | Garantizar el correcto funcionamiento del sistema de recolección de lodos del clarificador secundario y de las bombas de retorno de lodos.  |
| e  | Limitar el tiempo de retención de los lodos en los depósitos, enviándolos continuamente a las unidades de deshidratación.   |
| <b>II. Aplicables a olores relacionados con el tratamiento de aguas residuales y la manipulación de lodos, para evitar que sus condiciones se vuelvan anaerobias</b> |   |
| f  | Evitar el almacenamiento de aguas residuales en el depósito de derrames durante más tiempo del necesario; mantener vacío el depósito de derrames.   |
| g  | Si se usan secadores de lodos, tratar los gases de salida del secador térmico mediante lavadores de gases (scrubbing) y/o biofiltración (por ejemplo, filtros de compost).  |
| h  | Evitar el uso de torres de enfriamiento para efluentes sin tratar, utilizando intercambiadores de calor de placas.  |

#### 1.1.6. Monitoreo de los principales parámetros del proceso y de las emisiones al agua y a la atmósfera

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

| <b>I. Monitoreo de los principales parámetros del proceso, importantes para las emisiones a la atmósfera</b>   |                                |
|--|--------------------------------|
| <b>Parámetro</b>   | <b>Frecuencia de monitoreo</b> |
| Presión, temperatura, oxígeno, CO y vapor de agua, contenidos en los gases de salida, para los procesos de combustión.                                       | Continua                       |
| <b>II. Monitoreo de los principales parámetros del proceso, importantes para las emisiones al agua</b>   |                                |
| <b>Parámetro</b>   | <b>Frecuencia de monitoreo</b> |
| Caudal, temperatura y pH del agua.   | Continua                       |
| Contenido de P y N de la biomasa, índice volumétrico de los lodos, amoníaco en exceso y ortofosfato en el efluente, y examen microscópico de lodo biológico. | Periódica                      |
| Caudal y contenido de CH <sub>4</sub> del biogás producido en el tratamiento anaerobio de aguas residuales.  | Continua                       |
| Contenido de H <sub>2</sub> S y CO <sub>2</sub> del biogás producido en el tratamiento anaerobio de aguas residuales.  | Periódica                      |

**MTD 9.** La MTD consiste en el monitoreo de las emisiones a la atmósfera, de manera regular y con la frecuencia indicada, como se explica a continuación, y en conformidad con las normas EN, ISO u otras normas nacionales o internacionales que garanticen la obtención de datos de calidad científica equivalente.

|   | <b>Parámetro</b>                                       | <b>Frecuencia de monitoreo</b> | <b>Fuente de emisiones</b>                      | <b>Monitoreos asociados con</b>      |
|---|--|--------------------------------|---|--------------------------------------|
| a | NO <sub>x</sub> y SO <sub>2</sub>                      | Continua                       | Caldera de recuperación.                        | MTD 21<br>MTD 22<br>MTD 36<br>MTD 37 |
|   |  | Periódica o continua           | Horno de cal.                                   | MTD 24<br>MTD 26                     |
|   |  | Periódica o continua           | Quemador para TRS.                              | MTD 28<br>MTD 29                     |
| b | Material particulado                                   | Periódica o continua           | Caldera de recuperación (kraft) y horno de cal. | MTD 23<br>MTD 27                     |
| c | Material particulado TRS (incluyendo H <sub>2</sub> S) | Periódica                      | Caldera de recuperación (sulfito).              | MTD 37                               |
|   |  | Continua                       | Caldera de recuperación.                        | MTD 21                               |

|   |  |                         |   |                            |
|---|--|-------------------------|---|----------------------------|
| d | TRS<br>(incluyendo<br>H <sub>2</sub> S)<br>NH <sub>3</sub> | Periódica o<br>continua | Horno de cal y<br>quemador especial de<br>TRS.  | MTD 24<br>MTD 25<br>MTD 28 |
|   |  | Periódica               | Emisiones difusas de<br>distintas fuentes<br>(como la línea de<br>fibra, depósitos,<br>tanques de chips, etc.)<br>y gases diluidos<br>residuales. | MTD 11<br>MTD 20           |
|   |  | Periódica               | Caldera de<br>recuperación<br>equipada con SNCR.  | MTD 36                     |

**MTD 10. La MTD consiste en el monitoreo y medición de las emisiones al agua, como se explica a continuación, con la frecuencia indicada y en conformidad con las normas EN, ISO u otras normas nacionales o internacionales que garanticen la obtención de datos de calidad científica equivalente.**

|   | Parámetro  | Frecuencia de monitoreo                      | Monitoreos asociados con   |
|---|--|--|--|
| a | Demanda química de oxígeno (DQO) o Carbono orgánico total (COT) <sup>(1)</sup> | Diaria <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>         | MTD 19<br>MTD 33<br>MTD 40<br>MTD 45<br>MTD 50   |
| b | DBO <sub>5</sub> o DBO <sub>7</sub>  | Semanal (una vez a la semana)                |  |
| c | Sólidos suspendidos totales (SST)  | Diaria <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>         |  |
| d | Nitrógeno total  | Semanal (una vez a la semana) <sup>(2)</sup> |  |
| e | Fósforo total  | Semanal (una vez a la semana) <sup>(2)</sup> |  |
| f | EDTA, DTPA <sup>(4)</sup>  | Mensual (una vez al mes)                     |  |
| g | AOX (según, por ejemplo: EN ISO 9562:2004) <sup>(5)</sup>                      | Mensual (una vez al mes)                     | MTD 19: kraft blanqueada   |
|   |  | Bimensual (una vez cada dos meses)           | MTD 33: salvo fábricas TCF y NSSC<br>MTD 40: salvo fábricas CTMP y CMP<br>MTD 45<br>MTD 50 |
| h | Metales relevantes (por ejemplo, Zn, Cu, 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 las fuentes específicas de emisiones 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 mensualmente) respecto a normas EN, ISO, u otras normas 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 monitoreo de la DQO y SST 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 (agentes quelantes).
- (5) No se aplica a plantas en las que se pueda demostrar que no se generan AOX o que no se añaden a través de los aditivos químicos y materias primas.

**MTD 11. La MTD consiste en monitorear y evaluar regularmente 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/tanques, tolvas de chips, 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 implementar un sistema de evaluación y gestión de residuos (que incluye un inventario de residuos) para facilitar la reutilización de los mismos o, si no es posible, su reciclado o, al menos, 'otras formas de recuperación', aplicando una combinación de las técnicas que se mencionan a continuación.**

|   | <b>Técnica</b>  | <b>Descripción</b>      | <b>Aplicabilidad</b>   |
|---|---|-------------------------|--|
| a | Recolección 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 ser mejor utilizadas.                                 |                         | 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 en la planta de los residuos del proceso.  |                         | Aplicable con carácter general.  |
| e | Recuperación de energía <i>in situ</i> o fuera de de la planta, a partir de los residuos de contenido orgánico elevado.               |                         | Para el aprovechamiento fuera de la planta, la aplicabilidad depende de la disponibilidad de un tercero. |
| 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

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

**MTD 13. Para reducir las 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 está en exceso en el balance de nutrientes.

**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 (fisicoquímico).               | Véase la sección 1.7.2.2 |
| b | Tratamiento secundario (biológico) <sup>(1)</sup> . |                          |

(1) No es aplicable a plantas en las que la carga orgánica de las aguas residuales después del tratamiento primario es muy baja, como ocurre en algunas fábricas de papeles especiales.

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

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

|   | Técnica  |
|---|--|
| a | Correcto diseño y operación 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. Emisiones de 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.**

|   | <b>Técnica</b>  | <b>Descripción</b>  | <b>Aplicabilidad</b>            |
|---|---|---|---------------------------------|
| 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 costo, seguido de su implementación y monitoreo.                                      | Aplicable con carácter general. |
| b | Planificación estratégica de la ubicación del equipamiento, las unidades y los edificios/ construcciones. | Los niveles de ruido pueden atenuarse aumentando la distancia entre el emisor y el receptor y utilizando construcciones como pantallas antirruído.  | Aplicable con carácter general. |
| c | Técnicas de operación y gestión de los edificios que albergan maquinaria ruidosa.                         | Esto abarca las siguientes medidas:<br>- Mejora de la inspección y el mantenimiento del equipo para evitar fallas,<br>- Cierre de puertas y ventanas de las zonas cubiertas,<br>- Manejo de la maquinaria por personal especializado,<br>- Evitar actividades ruidosas en horario nocturno,<br>- 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 construcciones o cabinas insonorizadas con revestimientos interiores y exteriores que absorban el ruido.  | Aplicable con carácter general. |
| e | Uso de máquinas poco ruidosas y de reductores del ruido en equipos y conductos.                           |   |                                 |
| 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:<br>- Materiales absorbentes del sonido en paredes y techos,<br>- Puertas aislantes del ruido,<br>- Ventanas de doble vidrio.   |                                 |
| 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 las construcciones. Son técnicas adecuadas de atenuación del ruido el montaje de silenciadores y atenuadores en equipos ruidosos, tales como las válvulas de alivio de vapor y de venteos de secadores.      |                                 |

|   |   |                                 |
|---|---|---------------------------------|
| i | Uso de máquinas más grandes de manejo de madera para reducir los tiempos de elevación y transporte, y el ruido de los troncos al caer sobre las pilas o las mesas de alimentación.                | Aplicable con carácter general. |
| j | Mejora de los métodos de trabajo; por ejemplo, soltar los troncos desde una menor altura en las pilas o en la mesa de alimentación; respuesta 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 los equipos, depósitos y las cañerías del proceso.   |
| c | Asegurar el cierre limpio cuando se clausuren las instalaciones, por ejemplo, limpieza y rehabilitación del sitio. Siempre que sea posible hay que proteger las funciones naturales del suelo.  |
| d | Usar un programa de monitoreo, 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 y papel kraft, aplican las MTD específicas del proceso de fabricación del papel dadas en la sección 1.6, además de 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 TCF o ECF moderna (véase la descripción en la sección 1.7.2.1) y en una combinación adecuada de las técnicas especificadas en las MTD 13, MTD 14, MTD 15 y MTD 16 y de las que se mencionan a continuación.**

|   | Técnica   | Descripción              | Aplicabilidad                   |
|---|---|--------------------------|---------------------------------|
| a | Cocción modificada 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 de la planta de blanqueo.   | Véase la sección 1.7.2.1 | El reciclado del agua puede verse limitado por las incrustaciones en las instalaciones de blanqueo. |
| e | Vigilancia efectiva de pérdidas y derrames y contención con un sistema de recuperación adecuado.                                   |                          | Aplicable con carácter general.   |
| f | Disponer de una capacidad suficiente de evaporación y de la caldera de recuperación de licor negro para afrontar cargas puntuales. |                          | Aplicable con carácter general.   |
| g | Separación/arrastre de gas (stripping) de los condensados contaminados y reutilización en el proceso.                              |                          |   |

#### Niveles de emisión asociados a las MTD

Se muestran en la tabla 1 y la tabla 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 los efluentes para fábricas de pasta kraft, se establece en la MTD 5.

**Tabla 1**

#### Niveles de emisión asociados a las MTD para el vertido directo de efluentes en aguas receptoras procedentes de una planta de pasta kraft blanqueada

| Parámetro  | Media anual kg/ADt (1)   |
|--|--|
| Demanda química de oxígeno (DQO)   | 7 — 20   |
| Sólidos suspendidos totales (SST)  | 0,3 — 1,5  |
| Nitrógeno total  | 0,05 — 0,25 <sup>(2)</sup>   |
| Fósforo total  | 0,01 - 0,03 <sup>(2)</sup><br>Eucalipto: 0,02 - 0,11 kg/ADt <sup>(3)</sup> |
| Compuestos orgánicos halogenados adsorbibles (AOX) <sup>(4)</sup> <sup>(5)</sup> | 0 — 0,2  |

(1) Los rangos de NEA-MTD se refieren a la producción de pasta de 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 tener ligeramente más altos 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.

(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.

**Tabla 2**

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

| Parámetro                         | Media anual kg/ADt <sup>(1)</sup> |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Demanda química de oxígeno (DQO)  | 2,5 — 8                           |
| Sólidos suspendidos totales (SST) | 0,3 — 1,0                         |
| Nitrógeno total                   | 0,1 — 0,2 <sup>(2)</sup>          |
| Fósforo total                     | 0,01 — 0,02 <sup>(2)</sup>        |

(1) Los rangos de NEA-MTD se aplican a la producción de pasta de 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 emisión.

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

| Técnica | Descripción  |
|---------|--|
| a       | Los sistemas de captación de gases olorosos concentrados y diluidos comprenden las siguientes características:<br>— Cubiertas, campanas de aspiración, conductos y sistemas de extracción con capacidad suficiente,<br>— Sistema continuo de detección de fugas,<br>— Medidas y equipamiento de seguridad.   |
| b       | La incineración puede hacerse utilizando:<br>— Caldera de recuperación,<br>— Horno de cal <sup>(1)</sup> ,<br>— Quemador especial de TRS con un lavador de gases (wet scrubber) para la eliminación de SO <sub>x</sub> , o<br>— Caldera de potencia <sup>(2)</sup> .<br>Para garantizar la disponibilidad permanente de incineración para los gases olorosos concentrados, se instalan sistemas de respaldo. Los hornos de cal pueden servir como equipos de respaldo para las calderas de recuperación; otros equipos de respaldo son las antorchas y las calderas compactas. |
| c       | Registro de la no disponibilidad del sistema de incineración y de las emisiones resultantes. <sup>(3)</sup>  |

(1) Las emisiones de SO<sub>x</sub> del horno de cal aumentan sustancialmente cuando se queman en el horno gases no condensables (GNC) concentrados y no se utiliza el lavador de gases alcalino.

(2) Aplicable al tratamiento de gases olorosos diluidos.

(3) Aplicable al tratamiento de gases olorosos concentrados.

## Aplicabilidad

La aplicabilidad de la incineración puede verse limitada por razones de seguridad; en ese caso pueden utilizarse lavadores de gases (wet scrubbers).

El nivel de emisiones de azufre reducido total (TRS) asociados a la MTD 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 SO<sub>2</sub> y TRS

**MTD 21. Para reducir las emisiones de SO<sub>2</sub> y TRS de una caldera de recuperación, la MTD es la utilización de una combinación de las técnicas siguientes.**

|   | <b>Técnica</b>  | <b>Descripción</b>  |
|---|---|---|
| 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 | Lavador de gases (wet scrubber).                            | Véase la sección 1.7.1.3  |

#### Niveles de emisión asociados a las MTD

Véase la tabla 3.

**Tabla 3**  
**Niveles de emisión de SO<sub>2</sub> y TRS de la caldera de recuperación asociadas a la MTD**

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

(1) Aumentar el contenido de MS del licor negro hace que disminuyan las emisiones de SO<sub>2</sub> y aumenten las de NO<sub>x</sub>. Por ello, una caldera de recuperación con bajas emisiones de SO<sub>2</sub> puede alcanzar el límite superior del intervalo para el NO<sub>x</sub>, y viceversa.

(2) El NEA-MTD no cubre los períodos 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 quema licor negro con un contenido en MS > 83 %, las emisiones de SO<sub>2</sub> 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<sub>x</sub>

**MTD 22. Para reducir las emisiones de NO<sub>x</sub> de una caldera de recuperación, la MTD es utilizar un sistema de combustión optimizado con todas las características descriptas a continuación.**

|   | <b>Técnica</b>  |
|---|---|
| a | Control computarizado de la combustión.   |
| b | Mezcla correcta de combustible y aire.  |
| c | Sistemas de admisión de aire por etapas basados, por ejemplo, en el uso de diferentes puntos de control y puertos de ingreso de aire. |

## Niveles de emisión asociados a las MTD

Véase la tabla 4.

**Tabla 4**  
**Niveles de emisiones de NO<sub>x</sub> de la caldera de recuperación asociadas a la MTD**

| <b>Parámetro</b> |                                      | <b>Media anual <sup>(1)</sup><br/>mg/Nm<sup>3</sup> al 6 % O<sub>2</sub></b> | <b>Media anual <sup>(1)</sup> kg<br/>NO<sub>x</sub>/ADt</b>     |
|------------------|--------------------------------------|--|---|
| NO <sub>x</sub>  | Madera de coníferas (fibra larga)    | 120 — 200 <sup>(2)</sup>   | MS < 75 %: 0,8 — 1,4<br>MS 75 — 83 % <sup>(3)</sup> : 1,0 — 1,6 |
|                  | Madera de latifoliadas (fibra corta) | 120 — 200 <sup>(2)</sup>   | MS < 75 %: 0,8 — 1,4<br>MS 75 — 83 % <sup>(3)</sup> : 1,0 — 1,7 |

(1) Aumentar el contenido de MS del licor negro hace que disminuyan las emisiones de SO<sub>2</sub> y aumenten las de NO<sub>x</sub>. Por ello, una caldera de recuperación con bajas emisiones de SO<sub>2</sub> puede alcanzar el límite superior del intervalo para el NO<sub>x</sub>, y viceversa.

(2) El nivel real de emisiones de NO<sub>x</sub> 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 venteo del tanque de disolución, metanol separado del condensado, biolodos) que se incineren. 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 quema licor negro con un contenido en MS > 83 %, las emisiones de NO<sub>x</sub> deben reconsiderarse caso por caso.

MS = contenido en materia seca del licor negro.

## Emisiones de material particulado

**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 de gases (wet scrubber).**

Descripción

Véase la sección 1.7.1.1



## Niveles de emisión asociados a las MTD

Véase la tabla 5.

**Tabla 5**

### Niveles de emisión de material particulado de la caldera de recuperación asociadas a la MTD

| Parámetro            | Sistema de reducción de material particulado | Media anual mg/Nm <sup>3</sup> al 6 % O <sub>2</sub> | Media anual kg partículas/ADt |
|----------------------|--|--|-------------------------------|
| Material particulado | Aplicable con carácter general.              | 10 — 25  | 0,02 — 0,20                   |

#### 1.2.2.3. Reducción de las emisiones de un horno de cal

### Emisiones de SO<sub>2</sub>

**MTD 24.** Para limitar las emisiones de SO<sub>2</sub> 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 1.7.1.3. |
| b | Limitar la incineración en el horno de cal de gases olorosos concentrados que contienen azufre. |                           |
| c | Control del contenido en Na <sub>2</sub> S en la carga de barros de cal.                        |                           |
| d | Lavador de gases alcalino.  |                           |

## Niveles de emisión asociados a las MTD

Véase la tabla 6.

**Tabla 6**

### Emisiones de SO<sub>2</sub> y azufre del horno de cal asociadas a las MTD

| Parámetro <sup>(1)</sup>   | Media anual mg SO <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup> al 6 % O <sub>2</sub> | Media anual kg S/ADt |
|--|---|----------------------|
| SO <sub>2</sub> cuando en el horno de cal no se queman gases concentrados                        | 5 — 70  | —                    |
| SO <sub>2</sub> cuando en el horno de cal se queman gases concentrados                           | 55 — 120  | —                    |
| S gaseoso (TRS-S + SO <sub>2</sub> -S) cuando en el horno de cal no se queman gases concentrados | —   | 0,005— 0,07          |
| S gaseoso (TRS-S + SO <sub>2</sub> -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.

|   | <b>Técnica</b>   | <b>Descripción</b>        |
|---|--|---------------------------|
| a | Control del exceso de oxígeno.   | Véase la sección 1.7.1.3. |
| b | Control del contenido en Na <sub>2</sub> S en la carga de los barros de cal. |                           |
| c | Combinación de ESP y lavador de gases alcalino.                              | Véase la sección 1.7.1.1  |

## Niveles de emisión asociados a las MTD

Véase la tabla 7.

**Tabla 7**  
**Emisiones de TRS del horno de cal asociadas a las MTD**

| <b>Parámetro</b>            | <b>Media anual mg S/Nm<sup>3</sup> al 6 % O<sub>2</sub></b> |
|-----------------------------|---|
| Azufre reducido total (TRS) | < 1 — 10 <sup>(1)</sup>                                     |

(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/Nm<sup>3</sup>.

## Emisiones de NO<sub>x</sub>

**MTD 26.** Para reducir las emisiones de NO<sub>x</sub> de un horno de cal, la MTD consiste en aplicar una combinación de las técnicas siguientes.

|   | <b>Técnica</b>   | <b>Descripción</b>       |
|---|--|--------------------------|
| a | Combustión optimizada y control de la combustión.              | Véase la sección 1.7.1.2 |
| b | Mezcla correcta de combustible y aire.                         |                          |
| c | Quemador de bajo NO <sub>x</sub> .                             |                          |
| d | Selección del combustible/combustible con bajo contenido en N. |                          |

## Niveles de emisión asociados a las MTD

Véase la tabla 8.

**Tabla 8**

**Emisiones de NO<sub>x</sub> del horno de cal asociadas a las MTD**

| Parámetro       |                       | Media anual mg/Nm <sup>3</sup> al 6 % O <sub>2</sub> | Media anual kg NO <sub>x</sub> /ADt |
|-----------------|-----------------------|--|-------------------------------------|
| NO <sub>x</sub> | Combustibles líquidos | 100 — 200 <sup>(1)</sup>                             | 0,1 — 0,2 <sup>(1)</sup>            |
|                 | Combustibles gaseosos | 100 — 350 <sup>(2)</sup>                             | 0,1 — 0,3 <sup>(2)</sup>            |

(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/Nm<sup>3</sup> (equivalentes a 0,35 kg NO<sub>x</sub>/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/Nm<sup>3</sup> (equivalentes a 0,45 kg NO<sub>x</sub>/ADt).

**Emisiones de material particulado**

**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 de gases (wet scrubber).

**Descripción**

Véase la sección 1.7.1.1.

**Niveles de emisiones asociados a las MTD**

Véase la tabla 9.

**Tabla 9**

**Emisiones de material particulado del horno de cal asociadas a las MTD**

| Parámetro                       | Sistema de reducción de material particulado | Media anual mg/Nm <sup>3</sup> al 6 % O <sub>2</sub> | Media anual kg partículas/ADt |
|---------------------------------|--|--|-------------------------------|
| Partículas/material particulado | Aplicable con carácter general.              | 10 — 25  | 0,005 — 0,02                  |

**1.2.2.4. Reducción de las emisiones de gases olorosos concentrados de un quemador (quemador de TRS)**

**MTD 28.** Para reducir las emisiones de SO<sub>2</sub> procedentes de la incineración de gases olorosos concentrados en un quemador especial de TRS, la MTD es utilizar un lavador de gases alcalino de SO<sub>2</sub>.

**Niveles de emisión asociados a las MTD**

Véase la tabla 10.

**Tabla 10**  
**Niveles de emisión de SO<sub>2</sub> y TRS, de la incineración de gases concentrados en un quemador especial de TRS, asociados con la MTD**

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

(1) Este NEA-MTD se basa en un caudal de gas del orden de 100-200 Nm<sup>3</sup>/ADt.

**MTD 29.** Para reducir las emisiones de NO<sub>x</sub> 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 mencionan a continuación.

|   | Técnica                                       | Descripción              | Aplicabilidad                   |
|---|---|--------------------------|---------------------------------|
| a | Optimización del quemador/y 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 con carácter general. |

#### Niveles de emisión asociados a las MTD

Véase la tabla 11.

**Tabla 11**  
**Niveles de emisión de NO<sub>x</sub>, de la incineración de gases concentrados en un quemador especial de TRS, asociados con la MTD**

| Parámetro       | Media anual mg/Nm <sup>3</sup> al 9 % O <sub>2</sub> | Media anual kg NO <sub>x</sub> /ADt |
|-----------------|--|-------------------------------------|
| NO <sub>x</sub> | 50 — 400   | 0,01 — 0,1                          |

#### 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 de elementos que no son del proceso.

#### 1.2.4. Consumo de energía y eficiencia energética

**MTD 31.** Para reducir el consumo de energía térmica (vapor), maximizar el beneficio de las fuentes de energía utilizadas y reducir el consumo de electricidad, la MTD consiste en la aplicación de una combinación de las técnicas siguientes.

|   | <b>Técnica</b>  |
|---|---|
| a | Corteza con elevado contenido en materia seca por el uso de prensas o métodos de secado eficientes.   |
| b | Calderas de vapor muy eficientes, por ejemplo, con baja temperatura de los gases de salida.   |
| 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 tanques de disolución, por ejemplo, mediante lavadores de gases de venteo (vent scrubbers).   |
| h | Recuperación y uso de las corrientes de baja temperatura, como de efluentes y de 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 | Monitoreo 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 salida de la caldera de recuperación, entre el ESP y el ventilador.   |
| m | Asegurar la mayor consistencia posible de pasta en la depuración (screening) y en la limpieza de pasta.   |
| n | Uso de control de velocidad en motores varios, de gran tamaño.  |
| o | Uso de bombas de vacío eficiente.   |
| p | Dimensionamiento correcto de cañerías, bombas y ventiladores.   |
| q | Optimización de los niveles en los tanques.   |

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

|   | <b>Técnica</b>  |
|---|---|
| a | Alto contenido en materia seca del licor negro (aumenta la eficiencia de la caldera, la generación de vapor y, por lo tanto, la generación de electricidad).                  |
| b | Caldera de recuperación de alta presión y temperatura elevadas; en las nuevas calderas de recuperación, la presión puede ser de al menos 100 bar, y la temperatura de 510 °C. |
| c | Presión de salida de vapor en la turbina de contrapresión la 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 | Pre calentamiento del agua de alimentación a una temperatura cercana a la de ebullición.  |
| g | Pre calentamiento del aire de combustión y del 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 de fabricación de papel dadas en la sección 1.6, además de 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 de toda la fábrica, la MTD consiste en utilizar una combinación adecuada de las técnicas indicadas en MTD 13, MTD 14, MTD 15 y MTD 16 y de las mencionadas a continuación.**

|   | <b>Técnica</b>   | <b>Descripción</b>        | <b>Aplicabilidad</b>   |
|---|--|---------------------------|--|
| a | Cocción extendida antes del blanqueo.  | Véase la sección 1.7.2.1. | La aplicabilidad puede verse limitada por los requisitos de calidad de la pasta (cuando se requiere 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 la caldera de soda.  |                           | Aplicabilidad limitada para las fábricas de pasta de disolución, en las que el tratamiento biológico de los efluentes en varias etapas conduce a una situación ambiental global más favorable.   |
| e | Blanqueo TCF.  | Véase la sección 1.7.2.1. | Aplicabilidad limitada para las fábricas de pasta de 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 tanques, los evaporadores y las calderas de recuperación y por la posibilidad de limpiar el equipo de lavado. |

|   |   |                           |  |
|---|---|---------------------------|--|
| h | Ajuste del pH del licor débil antes/dentro de la planta de evaporación.   | Véase la sección 1.7.2.1. | Aplicable con carácter general a las plantas con 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 | Separación/arrastré de gases (stripping) y recuperación de SO <sub>2</sub> a partir de los condensados de los evaporadores. |                           | Aplicable si es necesario para proteger el tratamiento anaerobio del efluente.   |
| k | Monitoreo y contención eficaz de los derrames, también con sistemas de recuperación de productos químicos y de energía.     |                           | Aplicable con carácter general.  |

#### Niveles de emisión asociados a las MTD

Véanse la tabla 12 y la tabla 13. Estos niveles de emisión 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 menciona en la MTD 5.

**Tabla 12**

**Niveles de emisión asociados a las MTD para el vertido directo de aguas residuales en aguas receptoras procedentes de una planta que fabrica pasta para papel blanqueada al sulfito y pasta magnefite**

| Parámetro  | Pasta de papel blanqueada al sulfito <sup>(1)</sup> | Pasta de papel magnefite <sup>(1)</sup> |
|--|---|---|
|  | Media anual kg/ADt <sup>(2)</sup>                   | Media anual kg/ADt                      |
| Demanda química de oxígeno (DQO)                   | 10 — 30 <sup>(3)</sup>                              | 20 — 35                                 |
| Sólidos Suspendidos Totales (SST)                  | 0,4 — 1,5   | 0,5 — 2,0                               |
| Nitrógeno total                                    | 0,15 — 0,3  | 0,1 — 0,25                              |
| Fósforo total                                      | 0,01 — 0,05 <sup>(3)</sup>                          | 0,01 — 0,07                             |
|  | Media anual mg/l                                    |   |
| Compuestos orgánicos halogenados adsorbibles (AOX) | 0,5 — 1,5 <sup>(4)</sup> <sup>(5)</sup>             |   |

(1) Los rangos de NEA-MTD se aplican a la producción de pasta de 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 resistente a la grasa.

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

(4) Las plantas de pasta de mercado al sulfito pueden aplicar una etapa de blanqueo suave con ClO<sub>2</sub> para cumplir los requisitos del producto, con las consiguientes emisiones de AOX.

(5) No aplicable a fábricas TCF.

**Tabla 13**

**Niveles de emisión asociados a las MTD para el vertido directo en aguas receptoras de aguas residuales procedentes de una planta de pasta al sulfito, pasta NSSC**

| <b>Parámetro</b>                  | <b>Media anual<br/>kg/ADt <sup>(1)</sup></b> |
|-----------------------------------|--|
| Demanda química de oxígeno (DQO)  | 3,2 — 11                                     |
| Sólidos Suspendidos Totales (SST) | 0,5 — 1,3                                    |
| Nitrógeno total                   | 0,1 — 0,2 <sup>(2)</sup>                     |
| Fósforo total                     | 0,01 — 0,02                                  |

(1) Los intervalos de NEA-MTD se refieren a la producción de pasta de 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 de base 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 reducir las emisiones de SO<sub>2</sub>, la MTD consiste en captar todas las corrientes de SO<sub>2</sub> gaseoso muy concentrado procedentes de la producción de licor ácido 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, la depuración (screening) y los evaporadores, la MTD consiste en recolectar estos gases diluidos y aplicar una de las técnicas descriptas a continuación.

|   | <b>Técnica</b>                               | <b>Descripción</b>        | <b>Aplicabilidad</b>  |
|---|--|---------------------------|---|
| a | Incineración en una caldera de recuperación. | Véase la sección 1.7.1.3. | No aplicable a la fabricación de pasta al sulfito con cocción en base calcio. En estas plantas no se utiliza caldera de recuperación. |
| b | Lavador de gases (wet scrubber).             | Véase la sección 1.7.1.3. | Aplicable con carácter general.   |

**MTD 36.** Para reducir las emisiones de NO<sub>x</sub> de una caldera de recuperación, la MTD consiste en utilizar un sistema de incineración optimizado con una o varias de las técnicas descriptas a continuación.



|   | <b>Técnica</b>  | <b>Descripción</b>        | <b>Aplicabilidad</b>  |
|---|---|---------------------------|---|
| 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.   | Véase la sección 1.7.1.2. | Aplicable a calderas de recuperación nuevas de gran tamaño.   |
| c | Reducción selectiva no catalítica (SNCR).   |                           | No se ha documentado ninguna aplicación en el caso de plantas en base 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 en base sodio, debido al riesgo de explosión. |

### Niveles de emisión asociados a las MTD

Véase la tabla 14.

**Tabla 14**

### Niveles de emisión de NO<sub>x</sub> y NH<sub>3</sub> de una caldera de recuperación asociadas a la MTD

| <b>Parámetro</b>                                 | <b>Media diaria mg/Nm<sup>3</sup> al 5 % O<sub>2</sub></b> | <b>Media anual mg/Nm<sup>3</sup> al 5 % O<sub>2</sub></b> |
|--|--|---|
| NO <sub>x</sub>                                  | 100 — 350 <sup>(1)</sup>                                   | 100 — 270 <sup>(1)</sup>                                  |
| NH <sub>3</sub> (pérdidas de amoníaco para SNCR) |  | < 5   |

(1) En plantas a base de amonio, pueden producirse emisiones de NO<sub>x</sub> más elevadas: hasta 580 mg/Nm<sup>3</sup> como media diaria y hasta 450 mg/Nm<sup>3</sup> como media anual.

**MTD 37 Para reducir las emisiones de partículas y de SO<sub>2</sub> 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 lavadores (scrubbers) al mínimo necesario para garantizar su correcto funcionamiento.**

|   | <b>Técnica</b>  | <b>Descripción</b>       |
|---|---|--------------------------|
| a | ESP o multiciclones con lavadores venturi multietapa.   | Véase la sección 1.7.1.3 |
| b | ESP o multiciclones con lavadores de gases multietapa con doble entrada de flujo descendente. |                          |

### Niveles de emisión asociados a las MTD

Véase la tabla 15.

**Tabla 15**

**Niveles de emisión de partículas y SO<sub>2</sub>, de una caldera de recuperación, asociadas a la MTD**

| Parámetro            | Valor medio durante el período de muestreo mg/Nm <sup>3</sup> al 5 % O <sub>2</sub> |  |
|----------------------|---|--|
| Material particulado | 5 — 20 <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>  |  |
| SO <sub>2</sub>      | Media diaria mg/Nm <sup>3</sup> al 5 % O <sub>2</sub>                               | Media anual mg/Nm <sup>3</sup> al 5 % O <sub>2</sub> |
|                      | 100 — 300 <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup>   | 50 — 250 <sup>(3)</sup>                              |

(1) En el caso de calderas de recuperación de plantas en las que se utiliza más de un 25 % de madera de latifoliadas (fibra corta, rica en potasio) como materia prima, pueden producirse emisiones de material particulado más elevadas, de hasta 30 mg/Nm<sup>3</sup>.

(2) El NEA-MTD correspondiente al material particulado no se aplica a fábricas en base amonio.

(3) Debido a las mayores emisiones específicas del proceso, el NEA-MTD para el SO<sub>2</sub> no se aplica a las calderas de recuperación que funcionan siempre en condiciones ácidas, es decir, que utilizan licor de sulfito como medio de lavado en el lavador (wet scrubber) en el proceso de recuperación al sulfito.

(4) No se aplica durante la “operación ácida”, es decir, en los períodos en los que se lleva a cabo el lavado preventivo y la limpieza de incrustaciones en los lavadores de gases (scrubbers). En estos períodos, las emisiones pueden ser de hasta 300 — 500 mg de SO<sub>2</sub>/Nm<sup>3</sup> (al 5 % O<sub>2</sub>) cuando se limpian uno de los lavadores de gases (scrubbers), y de hasta 1 200 mg de SO<sub>2</sub>/Nm<sup>3</sup> (valores medios para media hora, al 5 % O<sub>2</sub>) cuando se lava el último lavador.

El **nivel de desempeño ambiental asociado con las MTD** es la duración de una operación ácida de unas 240 horas al año para los lavadores de gases (scrubbers), y de menos de 24 horas al mes para el último lavador de monosulfito.

### 1.3.3. Consumo de energía y eficiencia energética

**MTD 38. Para reducir el consumo de energía térmica (vapor), maximizar el beneficio de las fuentes de energía utilizadas y reducir el consumo de electricidad, la MTD consiste en aplicar una combinación de las siguientes técnicas.**

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

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

|   | <b>Técnica</b>   |
|---|--|
| a | Caldera de recuperación a presión y temperatura elevadas.  |
| b | Presión de salida de vapor en la turbina de contrapresión la 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 | Precaentamiento de agua de alimentación a una temperatura cercana a la de ebullición.              |
| f | Precaentamiento del aire de combustión y del combustible consumido en las calderas.                |

#### 1.4. CONCLUSIONES SOBRE LAS MTD PARA LA FABRICACIÓN DE PASTA MECÁNICA Y QUIMIMECÁNICA

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. Las **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 limpia, el caudal de aguas residuales y la carga contaminante, la MTD consiste en la aplicación de una combinación adecuada de las técnicas señaladas en MTD 13, MTD 14, MTD 15 y MTD 16 y de las siguientes técnicas:**

|   | <b>Técnica</b>  | <b>Descripción</b>        | <b>Aplicabilidad</b>  |
|---|---|---------------------------|---|
| a | Circulación a contracorriente del 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.  |                           | Aplicable con carácter general.   |
| c | Etapas de lavado previo al refinado de la pasta mecánica de madera de coníferas (fibra larga) cuando se aplica un pretratamiento a los chips. |                           | La aplicación puede verse limitada para los grados de blancura más elevada. |
| d | Sustitución de NaOH por Ca(OH) <sub>2</sub> o Mg(OH) <sub>2</sub> como álcali en el blanqueo con peróxido.                                    | Véase la sección 1.7.2.1. | Aplicable con carácter general.   |
| e | Recuperación de fibras y cargas y tratamiento de las aguas blancas (fabricación de papel).  |                           |   |
| f | Optimización del diseño y la construcción de los tanques y los recipientes/piletas (fabricación de papel).                                    |                           |   |

## Niveles de emisión asociados a las MTD

Véase la tabla 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 mencionan en la MTD 5.

**Tabla 16**

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

| <b>Parámetro</b>                  | <b>Media anual kg/t</b>   |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Demanda química de oxígeno (DQO)  | 0,9 — 4,5 <sup>(1)</sup>  |
| Sólidos Suspendidos Totales (SST) | 0,06 — 0,45               |
| Nitrógeno total                   | 0,03 — 0,1 <sup>(2)</sup> |
| 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.

**Tabla 17**

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

| <b>Parámetro</b>                  | <b>Media anual kg/ADt</b>  |
|-----------------------------------|----------------------------|
| Demanda química de oxígeno (DQO)  | 12 — 20                    |
| Sólidos Suspendidos Totales (SST) | 0,5 — 0,9                  |
| Nitrógeno total                   | 0,15 — 0,18 <sup>(1)</sup> |
| 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 se mencionan a continuación.**

|   | <b>Técnica</b>  | <b>Aplicabilidad</b>            |
|---|---|---------------------------------|
| a | Uso de refinadores con aprovechamiento eficiente de la energía.   | Aplicable con carácter general. |
| b | Recuperación generalizada de calor secundario procedente de refinadores TMP y CTMP y reutilización del vapor recuperado en el secado de papel o de pasta. |                                 |
| c | Minimización de la pérdida de fibra usando sistemas eficientes de refinación de rechazos (refinadores secundarios).                                       |                                 |
| d | Instalación de equipos de ahorro de energía, incluyendo el control automatizado de procesos en sustitución de sistemas manuales.                          |                                 |
| e | Reducción del uso de agua limpia 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 pinch.                    |                                 |

### 1.5. CONCLUSIONES SOBRE LAS MTD PARA EL PROCESAMIENTO 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 prevenir la contaminación del suelo y las aguas subterráneas o para reducir 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 área de almacenamiento/depósito del papel para reciclar, la MTD consiste en usar una o varias de las técnicas que se describen a continuación.**

|   | <b>Técnica</b>  | <b>Aplicabilidad</b>  |
|---|---|---|
| a | Uso de superficies recubiertas en el área de almacenamiento de papel para reciclado.  | Aplicable con carácter general.   |
| b | Recolección de las aguas de escorrentía contaminadas procedentes de la zona de almacenamiento de papel para reciclar y derivación a la planta de tratamiento de aguas residuales (las aguas pluviales no contaminadas procedentes, por ejemplo, de los techos pueden descargarse por separado). | La aplicabilidad puede verse limitada por el grado de contaminación del agua de escorrentía (baja concentración) y/o por el tamaño de la planta de tratamiento de aguas residuales (grandes volúmenes). |
| c | Rodear el terreno del área de almacenamiento de papel para reciclar con barreras 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 canales de contención para reducir las emisiones difusas de partículas. Esto reduce el arrastre por el viento de los residuos de papel, fibras y polvo por el viento o por el tráfico en el lugar, lo que puede producir más emisiones de partículas, sobre todo durante la estación seca. | Aplicable con carácter general.                                |
| e | Almacenamiento de fardos y papel suelto bajo techo para proteger el material de la intemperie (humedad, degradación microbiana, etc.).  | La aplicabilidad puede verse limitada por el tamaño del lugar. |

### 1.5.2. Aguas residuales y emisiones al agua

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

|   | Técnica   | Descripción  |
|---|---|--|
| a | Separación de los sistemas de agua.   | Véase la sección 1.7.2.1.  |
| b | Circulación 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 de papel ondulado o Testliner. |
| d | Clarificación de las aguas blancas.   | Véase la sección 1.7.2.1.  |

**MTD 44. Para mantener un cierre significativo 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 consiste en utilizar una o varias de las técnicas descriptas a continuación.**

|   | Técnica  | Descripción               |
|---|--|---------------------------|
| a | Monitoreo 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 la utilización de biocidas.         |                           |
| c | Eliminación del calcio del agua del proceso mediante precipitación controlada del carbonato de calcio. |                           |

## Aplicabilidad

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

**MTD 45. Para prevenir y reducir la carga contaminante de los efluentes 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 emisión asociados a las MTD

Véanse la tabla 18 y la tabla 19.

Los niveles de emisión asociadas a la MTD de la tabla 18 se aplican también a las plantas de pasta RCF sin destintado, y los de la tabla 19 se aplican también a las plantas de pasta RCF con destintado.

El caudal de referencia de efluentes para fábricas RCF se establece en la MTD 5.

**Tabla 18**

**Niveles de emisión asociados a la MTD para el vertido directo en aguas receptoras de efluentes 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 <sup>(1)</sup> — 1,4             |
| Sólidos Suspendidos Totales (SST)                  | 0,02 — 0,2                           |
| Nitrógeno total                                    | 0,008 — 0,09                         |
| Fósforo total                                      | 0,001 — 0,005 <sup>(2)</sup>         |
| 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 DQO.

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

**Tabla 19**

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

| <b>Parámetro</b>                                   | <b>Media anual kg/t</b>                       |
|--|---|
| Demanda química de oxígeno (DQO)                   | 0,9 — 3,0<br>0,9 — 4,0 para papel tisú        |
| Sólidos Suspendidos Totales (SST)                  | 0,08 — 0,3<br>0,1 — 0,4 para papel tisú       |
| Nitrógeno total                                    | 0,01 — 0,1<br>0,01 — 0,15 para papel tisú     |
| Fósforo total                                      | 0,002 — 0,01<br>0,002 — 0,015 para papel tisú |
| Compuestos orgánicos adsorbibles halogenados (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 siguientes técnicas:**

|   | <b>Técnica</b>  | <b>Aplicabilidad</b>                |
|---|---|-------------------------------------|
| a | Pulpado de alta consistencia para desintegrar el papel para reciclar.   | Aplicabilidad con carácter general. |
| b | Depuración gruesa y fina eficientes, optimizando el diseño del rotor, los tamices y el funcionamiento de los tamices, lo que permite utilizar equipos más pequeños con menor consumo específico.  |                                     |
| c | Conceptos de ahorro energético en la preparación de la pasta extrayendo impurezas en etapas tempranas del proceso de repulpado de la pasta, utilizando componentes mecánicos optimizados y en menor cantidad, para disminuir el gasto energético en el tratamiento de las fibras. |                                     |

## 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 y cartón no integradas, y al proceso de fabricación de papel y cartón en fábricas integradas de pasta kraft, al sulfito, CTMP y CMP.



Las **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 y papel con procesos kraft, al sulfito, CTMP y CMP, 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.**

|   | <b>Técnica</b>  | <b>Descripción</b>        | <b>Aplicabilidad</b>  |
|---|---|---------------------------|---|
| a | Optimización del diseño y la construcción de los tanques y recipientes/piletas. | Véase la sección 1.7.2.1. | Aplicable con carácter general.   |
| 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 orgánicos e inorgánicos disueltos, y materiales coloidales pueden limitar la reutilización del agua en la sección de formación de la hoja. |
| d | Optimización de regaderas de la máquina de papel.                               |                           | Aplicable con carácter general.   |

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

|   | <b>Técnica</b>  | <b>Descripción</b>   | <b>Aplicabilidad</b>            |
|---|---|--|---------------------------------|
| 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 poder hacer frente a 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 circuito de roturas de proceso, y de las capacidades de las piletas.   |  |                                 |

|   |   |  |
|---|---|--|
| e | Minimización de la emisión de aditivos químicos (por ejemplo, agentes para resistencia a las grasas/al agua) que contienen compuestos perfluorados o polifluorados, o que contribuyen a su formación. | Aplicable solo a plantas que producen papel con propiedades de resistencia a las grasas o al 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 se recolectan por separado. Los componentes químicos de estucado se recuperan mediante, por ejemplo,<br>i) Ultrafiltración,<br>ii) Tamizado-floculación-espesado con retorno de los pigmentos al proceso de estucado. El agua clarificada puede reutilizarse en el proceso. | La aplicabilidad de la ultrafiltración puede verse limitada cuando:<br>— los volúmenes de efluentes son muy pequeños,<br>— se generan efluentes de estucado en distintos sitios de la fábrica,<br>— se producen muchos cambios de estucado, o<br>— Las recetas de los estucos son 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 los efluentes procedentes del conjunto de la fábrica en las aguas receptoras, 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 emisión asociados a las MTD

Véanse la tabla 20 y la tabla 21.

Los NEA-MTD de la tabla 20 y la tabla 21 se aplican también a los procesos de producción de papel y cartón, en fábricas integradas de pasta y papel con procesos kraft, al sulfito, CTMP y CMP.

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

**Tabla 20**

**Niveles de emisión asociados a las MTD para el vertido directo en aguas receptoras de efluentes 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 <sup>(1)</sup>                         |
| Sólidos Suspendidos Totales (SST)                  | 0,02 — 0,35                                       |
| Nitrógeno total                                    | 0,01 — 0,1<br>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).

**Tabla 21**

**Niveles de emisión asociados a las MTD para el vertido directo en aguas receptoras, de los efluentes procedentes de una fábrica no integrada de papeles especiales**

| Parámetro  | Media anual kg/t <sup>(1)</sup>                   |
|--|---|
| Demanda química de oxígeno (DQO)                   | 0,3 — 5 <sup>(2)</sup>                            |
| Sólidos Suspendidos Totales (SST)                  | 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 húmedo |

(1) Las fábricas con características especiales, como muchos cambios de calidad (por ejemplo,  $\geq 5$  al día como media anual) o que fabrican papeles especiales de gramaje muy bajo ( $\leq 30$  g/m<sup>2</sup> 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 con alto contenido de finos y requiere una refinación intensiva 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 recetas 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 disponerse, 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).**

|   | <b>Técnica</b>  | <b>Descripción</b>   | <b>Aplicabilidad</b>  |
|---|---|--|---|
| 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 roturas y refiles de proceso.                                       | Las roturas y refiles generados en los distintos puntos y fases del proceso de fabricación del papel se recolectan, 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.**

|   | <b>Técnica</b>   | <b>Aplicabilidad</b>  |
|---|--|---|
| a | Ahorro de energía en el proceso de tamizado (optimización del diseño del rotor, los tamices y la operación de los tamices).      | Aplicable con carácter general.   |
| b | Aplicaciones de las mejores prácticas de refino recuperando calor de los refinadores.  |   |
| c | Optimización de la eliminación de agua en la sección de las prensas de la máquina de papel/ usos de prensas con nip ancho.       | 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 aire caliente de salida.                  | Aplicable con carácter general.   |
| e | Reducción del consumo directo de vapor mediante la integración cuidadosa del proceso utilizando, por ejemplo, el análisis pinch. |   |
| f | Refinadores de alta eficiencia.  |   |
| g | Optimización del modo de funcionamiento de los refinadores (por ejemplo, reducción del consumo de                                | Aplicable con carácter general.   |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | energía en vacío, sin carga).  |   |
| h | Diseño optimizado del bombeo, control de las bombas mediante accionamientos de velocidad variable, y accionamientos sin reductores.                  |   |
| i | Tecnologías de refinado de última generación.  | Aplicable con carácter general  |
| j | Calentamiento de la hoja en la sección de formación de papel, por medio de cajas 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 anillo de agua).   |   |
| l | Optimización de la generación de energía y mantenimiento de la red de distribución.  | Aplicable con carácter general.   |
| m | Optimización de la recuperación de calor, el sistema de aire y aislaciones.  |   |
| n | Uso de motores de eficiencia elevada (EFF1).   |   |
| o | Pre calentamiento del agua de regaderas con un intercambiador de calor.  |   |
| p | Uso de calor residual para el secado de lodos o mejora de la biomasa escurrida.  |   |
| q | Recuperación de calor de los sopladores axiales (si se usan) para el suministro de aire a la campana de secado.                                      | Aplicable con carácter general.   |
| r | Recuperación de calor del aire de salida de la capota del Yankee con una torre de goteo.   |   |
| s | Recuperación de calor de la salida del aire caliente del infrarrojo.   |   |

## 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/ material particulado

| 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. Son capaces de operar en un amplio rango de condiciones. |
| Lavador de gases (scrubber) alcalino. | Véase la sección 1.7.1.3 (lavador de gases– wet scrubber).   |

### 1.7.1.2. NO<sub>x</sub>

| Técnica   | Descripción   |
|---|---|
| Reducción de la relación aire/combustible.                    | <p>La técnica se basa principalmente en los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— control cuidadoso del aire utilizado para la combustión (mínimo exceso de oxígeno),</li> <li>— minimización de infiltraciones de aire hacia el interior del horno,</li> <li>— modificación del diseño de la cámara de combustión del horno.</li> </ul>  |
| Combustión optimizada y control de la combustión.             | <p>Basada en el monitoreo continuo de parámetros de combustión apropiados (por ejemplo, contenido de O<sub>2</sub> y CO, relación combustible/aire, inquemados); esta técnica utiliza tecnología de control para obtener las mejores condiciones de combustión.</p> <p>La formación y las emisiones de NO<sub>x</sub> pueden disminuirse ajustando los parámetros de funcionamiento, la distribución del aire, el exceso de oxígeno, la forma de la llama y el perfil de temperaturas.</p>  |
| Incineración por etapas                                       | <p>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 subestequiométricas para convertir los compuestos de amoníaco 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 salida fluyen a una segunda cámara donde se recupera el calor de los gases y se produce vapor para el proceso.</p>  |
| Selección del combustible/ combustible de bajo contenido en N | <p>El uso de combustibles con bajo contenido en nitrógeno reduce la cantidad de emisiones de NO<sub>x</sub> procedentes de la oxidación del nitrógeno contenido en el combustible durante la combustión.</p> <p>La combustión de GCNC o de biomasa aumenta las emisiones de NO<sub>x</sub> en comparación con los derivados líquidos de petróleo y el gas natural, pues los GCNC y todos los combustibles derivados de la madera contienen más nitrógeno que el petróleo y el gas natural.</p> <p>Debido a las elevadas temperaturas de combustión, la combustión de gas produce niveles de NO<sub>x</sub> más altos que la combustión de derivados del petróleo.</p> |
| Quemador de bajo NO <sub>x</sub>                              | <p>Los quemadores de bajo NO<sub>x</sub> se basan en el principio de reducción de la temperatura máxima de llama, retrasando, aunque completando la finalización de la combustión, y en el aumento de la transferencia térmica (mayor emisividad de la llama). Puede ir asociado a una modificación del diseño de la cámara de combustión del horno.</p>  |
| Inyección por etapas de licores agotados                      | <p>La inyección de licor de sulfito agotado en la caldera a distintos niveles dispuestos en vertical evita la formación de NO<sub>x</sub>, y mantiene una combustión completa.</p>  |
| Reducción catalítica selectiva (RCNS)                         | <p>La técnica se basa en la reducción de NO<sub>x</sub> a nitrógeno mediante la reacción con amoníaco o urea a alta temperatura. Se inyecta agua amoniacal (hasta un 25 % de NH<sub>3</sub>), compuestos precursores del amoníaco o solución de urea en el gas de combustión para reducir el NO a N<sub>2</sub>. La reacción logra resultados óptimos en un rango de temperaturas de 830 °C a 1050 °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 el gasto de NH<sub>3</sub> en bajos niveles.</p>                    |

### 1.7.1.3. Prevención y control de las emisiones de SO<sub>2</sub>/TRS

| Técnica   | Descripción   |
|---|---|
| Licor negro con alto contenido de sólidos secos.                                    | Cuando aumenta el contenido de sólidos secos en el licor negro, la temperatura de combustión aumenta. Esto favorece la vaporización del sodio (Na), que puede unirse al SO <sub>2</sub> para formar Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> y reducir las emisiones de SO <sub>2</sub> de la caldera de recuperación. El inconveniente de la mayor temperatura es que pueden aumentar las emisiones de NO <sub>x</sub> .  |
| Selección del combustible/<br>combustible de bajo contenido en S.                   | El uso de combustibles de bajo contenido en azufre, con un contenido en S de aproximadamente 0,02 — 0,05 % en peso (por ejemplo, biomasa forestal, cortezas, derivados líquidos de petróleo pobres en azufre, gas), disminuye las emisiones de SO <sub>2</sub> generadas por la oxidación del azufre contenido en el combustible durante la combustión.   |
| Optimización de la combustión.  | Sistema eficiente de control de las relaciones de los parámetros de la 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 <sub>2</sub> S en la alimentación de los barros de cal. | El lavado y la filtración eficientes de los barros de cal disminuye la concentración de Na <sub>2</sub> S, y de este modo reduce la formación de ácido sulfhídrico en el horno de cal durante el proceso de quemado.  |
| Captación y recuperación de las emisiones de SO <sub>2</sub> .                      | Se colectan las corrientes muy concentradas de SO <sub>2</sub> gaseoso de la producción de licor ácido, los digestores, los difusores o los tanques de soplado. Se recupera el SO <sub>2</sub> en tanques de absorción con distintos niveles de presión, por motivos tanto económicos como ambientales.   |
| Incineración de gases olorosos y TRS.   | Los gases concentrados colectados pueden destruirse quemándolos en la caldera de recuperación, en quemadores específicos para TRS o en el horno de cal. Los gases diluidos colectados son adecuados para la combustión en la caldera de recuperación, el horno de cal, la caldera de potencia o en el quemador de TRS. Los gases de venteo del tanque de disolución pueden quemarse en las calderas de recuperación modernas.   |
| Captación e incineración de gases diluidos en una caldera de recuperación.          | Combustión de gases diluidos (grandes volúmenes y baja concentración de SO <sub>2</sub> ) combinado con un sistema de respaldo (back-up).<br>Los gases diluidos y otros componentes olorosos se captan simultáneamente para quemarlos en la caldera de recuperación. El dióxido de azufre se recupera a partir de los gases de salida de la caldera de recuperación con lavadores de gases multietapa a contracorriente y se reutiliza como reactivo para la cocción. Se utilizan lavadores de gases (scrubbers) como sistemas de respaldo. |

|   |   |
|---|---|
| Lavador de gases (wet scrubber).  | Los compuestos gaseosos se disuelven en un líquido adecuado (agua o solución alcalina). Pueden removerse simultáneamente compuestos sólidos y gaseosos. Luego del lavador, los gases de salida están saturados y es necesario separar las gotas de agua antes de su descarga. El líquido resultante debe tratarse mediante un proceso de tratamiento de efluentes de aguas residuales, y la materia insoluble se separa mediante sedimentación o filtrado.  |
| ESP o multiclones con lavadores de gases venturi multietapa o con lavadores de gases de doble entrada de flujo descendente. | 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 recuperadas de MgO se suspenden en agua y se lavan y apagan para formar Mg(OH) <sub>2</sub> que a continuación se utiliza como solución alcalina de lavado en los lavadores de gases multietapa para recuperar el componente de azufre de los reactivos de cocción. En el proceso al sulfito de amonio, la base de amoníaco (NH <sub>3</sub> ) no se recupera, pues se descompone en el proceso de combustión para formar nitrógeno. Después de la remoción de material particulado, los gases de salida se enfrían haciéndolos pasar por un lavador de gases enfriador que funciona con agua, y a continuación pasan a lavadores de tres o más etapas donde se lava el SO <sub>2</sub> con la solución alcalina de Mg(OH) <sub>2</sub> en el caso del proceso al sulfito de magnesio, y con una solución nueva de NH <sub>3</sub> en el caso del proceso al sulfito de amonio. |



## 1.7.2. Descripción de las técnicas empleadas para reducir el uso de aguas limpias, y el caudal y la carga de contaminantes en las aguas residuales

### 1.7.2.1. Técnicas integradas al proceso

| Técnica                                      | Descripción  |
|--|--|
| Descortezado en seco.                        | Descortezado en seco de los troncos de madera en tambores giratorios (sólo se usa agua para lavar los troncos, que a continuación se recicla con una purga mínima hacia la planta de tratamiento de aguas residuales).   |
| Blanqueo totalmente libre de cloro (TCF).    | En el blanqueo TCF se prescinde por completo de reactivos de blanqueo clorados, y por lo tanto, se evitan completamente las emisiones de organoclorados de la etapa de blanqueo.   |
| Blanqueo avanzado sin cloro elemental (ECF). | El blanqueo ECF moderno minimiza el consumo de dióxido de cloro utilizando una o varias de las siguientes etapas de blanqueo: oxígeno, hidrólisis ácida en caliente, ozono a media y alta consistencia, etapas con peróxido de hidrógeno a presión atmosférica y presurizado o el uso de dióxido de cloro en caliente.   |
| Deslignificación extendida.                  | 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 reactivos de blanqueo 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.              | La cocción extendida (digestores discontinuos o continuos) 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 gran degradación de los hidratos de carbono o sin pérdida excesiva de la resistencia de la pasta. De esta forma, puede reducirse tanto el uso de reactivos en la etapa de blanqueo siguiente como 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 remanente que queda después de la cocción, cuando la planta de cocción debe operar con altos números de kappa. La pasta reacciona con el oxígeno en condiciones alcalinas y se elimina parte de la lignina residual.  |

|  |  |
|--|--|
| <p>Depuración y lavado eficiente de la pasta marrón/pasta sin blanquear en circuito cerrado.</p>   | <p>La depuración de pasta marrón se lleva a cabo con tamices presurizados ranurados en un ciclo cerrado multietapa. Las impurezas y astillas se eliminan en una etapa temprana del proceso.</p> <p>El lavado de la pasta marrón separa las fibras de pasta de los compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos. La pasta marrón puede lavarse primero en el digestor y luego en lavadores de alta eficiencia antes y después de la deslignificación con oxígeno, es decir, antes del blanqueo. De esta forma se reduce el arrastre de químicos, el consumo de reactivos de blanqueo y la carga de emisiones de las aguas residuales. Además, este método permite la recuperación de los reactivos de la cocción a partir del agua de lavado. El lavado eficiente se realiza en un sistema multietapa a contracorriente utilizando filtros y prensas. El circuito de agua de la planta de depuración de la pasta marrón es completamente cerrado.</p> |
| <p>Reciclado parcial del agua del proceso en la planta de blanqueo.</p>  | <p>Los filtrados ácido y alcalino se reciclan dentro de la planta de blanqueo a contracorriente del flujo de pasta. El agua se purga hacia la planta de tratamiento de aguas residuales o, en algunos casos, a la unidad de lavado posterior a la etapa de deslignificación con oxígeno.</p> <p>Contar con lavadores eficientes en las etapas intermedias de lavado es un requisito imprescindible para mantener bajas las emisiones. En fábricas eficientes (kraft) se logra un caudal de efluentes de la planta de blanqueo de la pasta de 12 — 25 m<sup>3</sup>/ADt.</p>  |
| <p>Monitoreo y contención eficaz de los derrames, con un sistema de recuperación de productos químicos y de energía.</p>                                 | <p>Un sistema efectivo de control, captación y recuperación de derrames que evite el vertido accidental de cargas de alto contenido orgánico, y a veces tóxico o con picos de pH a la planta de tratamiento secundario de efluentes, comprende:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— monitoreo de la conductividad o del pH en lugares estratégicos para detectar pérdidas y derrames,</li> <li>— recolección de licor apartado o derramado a la máxima concentración de sólidos posible,</li> <li>— retorno al proceso del licor y las fibras colectadas en lugares apropiados,</li> <li>— evitar que los derrames concentrados o dañinos de áreas críticas de proceso (incluidos el talloil y la trementina) entren al tratamiento biológico de efluentes,</li> <li>— Contar con tanques pulmón (buffer) adecuadamente dimensionados para recolectar y almacenar licores tóxicos o concentrados y calientes.</li> </ul>                    |
| <p>Mantener una capacidad suficiente de evaporación del licor negro y de capacidad de la caldera de recuperación para afrontar las cargas puntuales.</p> | <p>Una capacidad suficiente en la planta de evaporación de licor negro y en la caldera de recuperación permite aceptar las cargas extras de licor y de sólidos secos derivados de la recolección de derrames o de efluentes de la planta de blanqueo. Esto reduce las pérdidas de licor negro débil, de otros efluentes concentrados del proceso y de posibles filtrados de la planta de blanqueo.</p> <p>El evaporador de múltiple efecto concentra el licor negro débil del lavado de la pasta marrón 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 ClO<sub>2</sub>. Una capacidad de evaporación extra por encima del funcionamiento normal aporta un margen suficiente para recuperar derrames y para tratar posibles corrientes de reciclado de los filtrados de blanqueo.</p>   |

|   |  |
|---|--|
| <p>Separacion/Arrastre de gases (stripping) de condensados contaminados y reutilización en el proceso.</p>  | <p>La separacion/Arrastre de gases (stripping) de los condensados contaminados y su reutilización en el proceso reduce el consumo de agua limpia de la fábrica, y de la carga orgánica enviada a la planta de tratamiento de aguas residuales.</p> <p>En una columna de separación, el vapor se mueve a contracorriente a través de los 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 el lavado en la planta de blanqueo, en el lavado de la pasta marrón, en el sector de caustificación (lavado y dilución de barros, en las regaderas del filtro de barros), como licor de lavado de TRS para los hornos de cal o como agua de reposición del licor blanco.</p> <p>Los gases no condensables extraídos de los condensados más concentrados se envían al sistema de colección de gases olorosos concentrados y se incineran. Los gases extraídos de condensados moderadamente contaminados se recolectan en el sistema de gases de alta concentración y bajo volumen (LVHC) y se incineran.</p> |
| <p>Evaporación e incineración de efluentes de la etapa de extracción alcalina en caliente.</p>  | <p>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 soda.</p>  |
| <p>Recirculación de los líquidos de lavado del preblanqueo al lavado de la pasta marrón, y la evaporación para reducir las emisiones del preblanqueo a base de MgO.</p> | <p>Los requisitos para el uso de esta técnica son: un número kappa relativamente bajo después de la cocción (por ejemplo, 14 a 16), tanques, 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 una pasta de blancura moderada (<math>\leq 87</math> % ISO), pues esta técnica puede causar una ligera pérdida de blancura en algunos casos.</p> <p>Para los fabricantes de pasta de mercado y para otros que deban alcanzar blancuras muy elevadas (<math>&gt; 87</math> % ISO), puede ser difícil aplicar el preblanqueo con MgO.</p>  |
| <p>Flujo a contracorriente del agua de proceso.</p>   | <p>En fábricas integradas, el agua limpia se introduce sobre todo por medio de las regaderas de la máquina de papel, y se conduce desde allí, hacia atrás, al sector de fabricación de la pasta.</p>   |
| <p>Separación de los circuitos de agua.</p>   | <p>Los circuitos de agua de los distintos procesos (por ejemplo, la unidad de fabricación de pasta, blanqueo y máquina de papel) se separan en el lavado y drenado de la pasta (por ejemplo, con prensas lavadoras). La separación evita el arrastre de contaminantes hacia las etapas siguientes del proceso y permite eliminar las sustancias perjudiciales a partir de volúmenes menores.</p>   |

|  |   |
|--|---|
| <p>Blanqueo (con peróxido) de alta consistencia.</p>   | <p>Para lograr un blanqueo de alta consistencia, se elimina agua de la pasta, por ejemplo con una prensa de doble tela, o de otro tipo, antes de añadir los reactivos de blanqueo. Esto permite un aprovechamiento más eficiente de los reactivos 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 ser recirculado y reutilizado.</p>   |
| <p>Recuperación de fibras y cargas y tratamiento de las aguas blancas.</p>   | <p>Las aguas blancas de la máquina de papel pueden tratarse mediante las técnicas siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Dispositivos “save-all” (equipos de recuperación, 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 flóculos que se retiran a continuación. Las fibras y cargas recuperadas vuelven al proceso. Las aguas blancas limpias pueden reutilizarse en las regaderas con requisitos de calidad del agua menos estrictos;</li> <li>b) Una ultrafiltración adicional de las aguas blancas prefiltradas produce un filtrado super limpio de calidad suficiente para utilizarlo en las regaderas de agua a alta presión, como agua de sellos y para la dilución de aditivos químicos.</li> </ul> |
| <p>Clarificación de las aguas blancas.</p>   | <p>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 físicamente tratables, mediante el uso de aditivos. Como floculantes se utilizan polímeros de elevado peso molecular solubles en agua o electrolitos inorgánicos. Los flóculos obtenidos, flotan y se retiran del tanque de clarificación. En el sistema de flotación con aire disuelto (DAF), los sólidos suspendidos se unen a burbujas de aire.</p>  |
| <p>Recirculación del agua.</p>   | <p>El agua clarificada se recircula como agua del proceso, dentro de la unidad o en fábricas integradas, desde la máquina de papel hacia la producción de pasta, y desde allí 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).</p>  |
| <p>Optimización del diseño y de la construcción de los tanques y las piletas/recipientes (fabricación de papel).</p> | <p>Los tanques de almacenamiento de pasta y el almacenamiento de aguas blancas se diseñan de modo que admitan las fluctuaciones del proceso y los caudales variables, incluso durante la puesta en marcha y las paradas.</p>  |

|   |  |
|---|--|
| Etapa de lavado antes del refinado de la pasta mecánica de coníferas (fibras largas).                                       | Algunas fábricas tratan previamente los chips de madera de coníferas (fibras largas) 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 generando un efluente pequeño, pero muy concentrado, que puede tratarse por separado.  |
| Sustitución de NaOH por $\text{Ca}(\text{OH})_2$ o $\text{Mg}(\text{OH})_2$ como álcali en el blanqueo con peróxido.        | 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 un 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 vaporación.  | 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).  |
| Separación/arrastrado de gases (stripping) y recuperación de $\text{SO}_2$ a partir de los condensados de los evaporadores. | Se extrae el $\text{SO}_2$ de los condensados; los concentrados se tratan biológicamente, y el $\text{SO}_2$ retirado se envía para recuperación como reactivo de la cocción.  |
| Monitoreo 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 el monitoreo continuo de la calidad del agua, y la 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.                               | El aporte continuo de microorganismos por el agua y las fibras determina un equilibrio microbiológico específico en cada planta de papel. Para evitar la proliferación generalizada de microorganismos, depósitos de biomasa aglomerada o biopelículas en los circuitos de agua y en los equipos, se utilizan con frecuencia biodispersantes o biocidas. Cuando se utiliza la desinfección catalítica con peróxido de hidrógeno se eliminan las biopelículas y los gérmenes libres del agua del proceso y del empaste, sin necesidad de usar biocidas. |

|  |   |
|--|---|
| Eliminación del calcio del agua del proceso mediante la precipitación controlada de carbonato de calcio. | La disminución de la concentración de Ca mediante la precipitación controlada del carbonato de calcio (por ejemplo, en una celda de flotación con aire disuelto) reduce el riesgo de precipitación no deseada de CaCO <sub>3</sub> y la formación de incrustaciones en los sistemas de agua y los equipos (por ej., en cilindros, telas, fieltros y boquillas de regaderas, cañerías o plantas de tratamiento biológico de aguas residuales). |
| Optimización de las regaderas de la máquina de papel.  | La optimización de las regaderas comprende: a) reutilización del agua del proceso (por ejemplo, aguas blancas clarificadas) para reducir el consumo de agua limpia; y b) la aplicación de boquillas de diseño especial en las regaderas.  |

### 1.7.2.2. Tratamiento de aguas residuales

| <b>Técnica</b>                      | <b>Descripción</b>  |
|-------------------------------------|---|
| Tratamiento primario.               | <p>Tratamiento fisicoquímico, como equalización, neutralización o sedimentación.</p> <p>La equalización (por ejemplo, en piletas de equalización) 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.</p>   |
| Tratamiento secundario (biológico). | <p>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.</p>   |
| a) Tratamiento aerobio.             | <p>En el tratamiento biológico aerobio de las aguas residuales, los materiales biodegradables disueltos y coloidales del agua se transforman parcialmente, en presencia de aire y por acción de microorganismos, en una sustancia celular sólida (biomasa) y parcialmente en dióxido de carbono y agua. Se utilizan los siguientes procesos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— lodos activados en una o dos etapas,</li> <li>— procesos en reactor basados en la formación de biopelícula</li> <li>— biopelícula/lodos activados (planta compacta de tratamiento biológico). Esta técnica combina carriers en lecho móvil con lodos activados (BAS).</li> </ul> <p>La biomasa generada (exceso de lodos) se separa del efluente antes del vertido al agua.</p> |

|   |  |
|---|--|
| b) Tratamiento combinado anaerobio/aerobio.                         | <p>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 donde no ingresa 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 gases compuestos, como hidrógeno y sulfuro de hidrógeno, y es adecuado para la producción de energía.</p> <p>El tratamiento anaerobio puede considerarse un pretratamiento antes del tratamiento aerobio, debido a la carga remanente de DQO. El pretratamiento anaerobio reduce la cantidad de lodos que genera el tratamiento biológico.</p> |
| Tratamiento terciario.  | <p>El tratamiento avanzado comprende técnicas, como la filtración para remoción de sólidos, la nitrificación y desnitrificación para la remoción de 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 SST, nitrógeno o fósforo, que pueden ser requeridas, por ejemplo debido a las condiciones locales.</p>  |
| Diseño y operación correctos de la planta de tratamiento biológico. | <p>Una planta de tratamiento biológico bien diseñada y operada debe tener en cuenta el diseño y dimensionamiento correcto de los tanques y piletas de tratamiento (por ejemplo, tanques de sedimentación) en función de las cargas hidráulicas y de contaminantes. Se logran bajas emisiones de SST asegurando, por ejemplo, la correcta sedimentación de la biomasa activa. Las revisiones periódicas del diseño, el dimensionamiento y la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales ayudan a alcanzar estos objetivos.</p>   |

### 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.                 | <p>Los sistemas de evaluación y gestión de residuos se utilizan para identificar opciones viables para minimización de la generación, 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 residuos.</p>   |
| Recolección por separado de distintas fracciones de residuos. | <p>La recolección 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 recolección 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 de descarte, disolventes, pinturas, biocidas o residuos químicos).</p> |

|  |  |
|--|--|
| Combinación de fracciones de residuos adecuadas.   | La combinación de fracciones de residuos adecuadas depende de las opciones de reutilización y reciclaje preferidas, del tratamiento subsiguiente y de la eliminación final.  |
| Pretratamiento de los residuos del proceso antes de la reutilización o el reciclado.                     | El pretratamiento comprende técnicas como las siguientes:<br>— escurrido/extracción 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<br>— escurrido/extracción de agua, para reducir el peso y el volumen de transporte. Para esto se utilizan prensas de tela/banda, de tornillo, centrifugas de decantación o filtros prensas,<br>— trituración y fragmentación de los residuos, por ejemplo de los procesos de RCF y eliminación de componentes metálicos, para mejorar las características de combustión antes de la incineración,<br>— estabilización biológica antes del escurrido de agua/extracción 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:<br>— separación de fibras de las corrientes de agua y recirculación hacia la alimentación,<br>— recuperación de aditivos químicos, pigmentos de estucado, etc.,<br>— recuperación de los reactivos de cocción por medio de calderas de recuperación, caustificación, etc.  |
| Recuperación de energía en la planta o fuera de ella a partir de residuos de elevado contenido orgánico. | Los restos del descortezado, chipeado, depuración, etc., como corteza, lodos de fibras u otros residuos principalmente orgánicos se queman por su contenido calórico en incineradores o en calderas 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:<br>— combustión en hornos o mezcla con materias primas en la fabricación de cemento, cerámica o ladrillos (incluye también la recuperación de energía),<br>— compostaje con lodos de papel o esparcimiento en campo de fracciones de residuos adecuados para la agricultura,<br>— uso de fracciones inorgánicas (arena, piedras, grava, cenizas, cal) para la construcción, como pavimentos, carreteras, revestimientos, etc.<br>La aptitud 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 evidencia de que la operación de reciclaje prevista no cause daño al ambiente o a la salud. |
| Pretratamiento de fracciones de residuos antes de la eliminación.  | El pretratamiento de los residuos antes de su eliminación comprende medidas (de escurrido de agua, secado, etc.) que reducen el peso y el volumen para el transporte o la eliminación.   |