

# **GUÍA PARA APLICAR LAS CONCLUSIONES SOBRE LAS MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES PARA LA FABRICACIÓN DE PASTA , PAPEL Y CARTÓN**

Guía para implementar la Decisión de Ejecución de La Comisión de 26 de  
septiembre de 2014 (2014/687/UE)

2 de Diciembre2014

# GUÍA PARA APLICAR LAS CONCLUSIONES SOBRE LAS MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES PARA LA FABRICACIÓN DE PASTA, PAPEL Y CARTÓN

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	4
1.1 Alcance de las Conclusiones MTD de pasta y papel.....	4
1.2 Evaluación de las técnicas y procesos .....	5
1.3 Información del sector en España.....	6
2. MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES Y NIVELES DE EMISIÓN ASOCIADOS .....	7
2.1 Niveles de emisión asociados a las mejores técnicas disponibles .....	7
2.2 Niveles de funcionamiento ambiental asociados a las mejores técnicas disponibles .....	8
2.3 Condiciones normales de funcionamiento .....	8
2.4 Aplicabilidad de las mejores técnicas disponibles .....	9
2.5 Consideraciones específicas y efectos transversales .....	9
3. USO EFICIENTE DE LOS RECURSOS .....	10
3.1 Utilización de agua .....	10
3.1.1 Influencia del caudal en la concentración.....	11
3.2 Eficiencia energética .....	13
4. MONITORIZACIÓN DE EMISIONES.....	14
4.1 Monitorización de vertidos de acuerdo con la MTD 10.....	15
4.2 Monitorización de emisiones al aire de acuerdo con la MTD 9 .....	17
5. VERTIDOS AL AGUA .....	19
5.1 NEA-MTD para los vertidos al agua.....	19
5.1.1 Valores de DBO: no son NEA-MTD .....	21
5.2 Variabilidad de los vertidos al agua .....	21
5.2.1 Períodos medios de referencia .....	22
5.2.2 Factores de variabilidad en función del tiempo de medición .....	23

5.3 Datos de emisión equivalentes .....	24
5.3.1 Valor de caudal asociado.....	24
5.3.2 Valores en concentración y carga específica .....	25
5.3.3 Cálculo de las cargas específicas para períodos más largos de tiempo .....	27
5.4 Enfoque integrado para los distintos tipos de fábricas.....	27
5.4.1 Fábricas no integradas, fábricas integradas y fábricas multiproducto .....	27
6. EMISIONES A LA ATMÓSFERA .....	29
6.1 Ámbito de aplicación de los NEA-MTD .....	29
6.2 NEA-MTD para las emisiones a la atmósfera .....	30
6.2.1 NEA-MTD en calderas de recuperación de fábricas de pasta kraft.....	31
6.3 Variabilidad de las emisiones a la atmósfera .....	31
6.3.1 Períodos medios de referencia .....	32
6.3.2 Factores de variabilidad en función del tiempo de medición .....	33
6.4 Datos de emisión equivalentes .....	33
6.4.1 Valores en concentración y carga específica .....	34
6.5 Enfoque integrado para los distintos tipos de fábricas.....	35
6.5.1 Efectos transversales en las calderas de recuperación.....	36
6.5.2 Tipos de combustibles.....	36
7. GESTIÓN DE RESIDUOS.....	36

## GLOSARIO

## REFERENCIAS

## ANEXOS

Anexo I: Evaluación de los vertidos al agua en fábricas integradas multiproducto

Anexo II: Análisis de la variabilidad de los vertidos al agua en función del periodo de tiempo

Anexo III: Análisis de la variabilidad de las emisiones a la atmósfera en función del periodo de tiempo

# 1. INTRODUCCIÓN

---

El objeto de esta guía es aclarar los principales aspectos que deben tenerse en cuenta de cara a la concesión y el cumplimiento de las autorizaciones ambientales integradas en las fábricas de pasta, papel y cartón en España, de acuerdo con la **Decisión de Ejecución de La Comisión de 26 de septiembre de 2014** por la que se establecen las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles (MTD) para este sector.

Con esta guía se pretende facilitar un nivel de implementación de la decisión lo más homogénea posible en todas las Comunidades Autónomas, de manera que se procuren aplicar los mismos criterios en el momento de conceder, revisar y actualizar las autorizaciones ambientales integradas (AAI). Con esto, se persigue evitar posibles desventajas competitivas dentro del sector, asegurando conjuntamente el mismo nivel de protección ambiental que exige la Directiva 2010/75/UE, sobre emisiones industriales, en todo el territorio español.

La aplicación de la Decisión 2014/687/UE supone el cumplimiento de los niveles de emisión asociados a las mejores técnicas disponibles (NEA-MTD) en un plazo de cuatro años a partir de su entrada en vigor. Llegado este momento, los límites de emisión de las fábricas deberán cumplir con los valores contenidos dentro de los rangos de NEA-MTD, pudiendo estar estos límites referidos a los valores más altos o más bajos del rango, en función de las características y procesos que tengan lugar en las instalaciones.

Para asegurar la implementación de los nuevos requisitos, las autoridades competentes deben revisar y actualizar las AAI existentes y adaptarlas a las exigencias de la decisión. Así mismo, muchas fábricas de pasta, papel y cartón han de adecuar sus procesos y medidas de control a la nueva normativa, en particular para cumplir con los límites de emisión basados en los nuevos rangos de NEA-MTD. En este proceso es conveniente que, tanto las autoridades competentes, como los responsables de la industria, apliquen de manera uniforme los criterios técnicos del documento BREF de fabricación de pasta y papel, implementando objetivamente las conclusiones de la decisión sobre las mejores técnicas disponibles.

## 1.1 Alcance de las Conclusiones MTD de pasta y papel

El ámbito de aplicación de las conclusiones MTD cubre las actividades llevadas a cabo en las siguientes instalaciones, referidas en el Anexo I de la Directiva de Emisiones Industriales (DEI):

6.1.a) Pasta de papel a partir de madera o de otras materias fibrosas.

6.1.b) Papel o cartón con una capacidad de producción superior a 20 toneladas diarias.

Quedan **excluidos** de las conclusiones MTD los siguientes procesos o instalaciones:

- Producción de pasta a partir de materia prima fibrosa diferente a la madera (ej. pasta a partir de plantas anuales);

- Motores fijos de combustión interna;
- Plantas de combustión para generación de vapor y electricidad diferentes a las calderas de recuperación;
- Sequerías con quemadores internos para máquinas de papel y estucadoras.

En referencia a las MTD y niveles asociados para las emisiones al agua, es importante señalar que únicamente son de aplicación cuando los vertidos se realizan al medio natural, quedando excluidas aquellas instalaciones que vierten a colectores.

## 1.2 Evaluación de las técnicas y procesos

Esta guía debe ser utilizada conjuntamente con el documento de la Decisión 2014/687/UE sobre las mejores técnicas disponibles, ya que se ha querido evitar la repetición de información y destacar así aquellos puntos que requieran de alguna aclaración adicional para evaluar las técnicas aplicables. Para consultar los valores de los rangos NEA-MTD, el lector deberá hacer uso de la Decisión 2014/687/UE de 26 de septiembre, utilizando las referencias de las MTD señaladas en este documento con su correspondencia numérica. A lo largo de la guía se identifican las excepciones recogidas en el BREF para la fabricación de pasta y papel (BREF P&P), así como consideraciones específicas que deben tenerse en cuenta durante la evaluación de determinadas actividades.

Existen otros documentos BREF que deben tenerse en cuenta para el análisis de las MTD aplicables a la industria de pasta y papel:

Documento BREF	Actividad del sector Pasta y Papel
Refrigeración y Vacío (ICS)	Sistemas industriales de refrigeración como torres de refrigeración o intercambiadores de calor de placas
Efectos Económicos y Cruzados (ECM)	Consideraciones económicas y efectos cruzados por el uso de varias técnicas
Emisiones en Almacenamientos (EFS)	Emisiones de tanques, tuberías y almacenamiento de productos químicos
Eficiencia Energética (ENE)	Aspectos generales de eficiencia energética
Grandes Instalaciones de Combustión (LCP)	Generación de vapor y electricidad en las plantas de combustión con potencia térmica nominal $\geq 50 \text{ MW}_{\text{th}}$
Monitorización de Emisiones (MON)	Monitorización de emisiones
Incineración de Residuos (WI)	Incineración o co-incineración de residuos in-situ
Tratamiento de Residuos (WT)	Tratamiento de los residuos para su uso como combustible

Tabla 1: Otros documentos BREF aplicables al sector de fabricación de pasta y papel

### 1.3 Información del sector en España

El sector de pasta y papel español ocupa el sexto lugar en Europa en términos de producción. En 2013, la producción total en España alcanzó 8.15 millones de toneladas, distribuidas en 6,18 millones de papel y cartón y en 1.97 millones de pasta, entre 11 instalaciones de pasta y 74 de papel y cartón. Esta industria proporciona empleo a 17.200 personas aproximadamente y crea puestos de trabajo indirectos para más de 90.000 personas.

PAPEL Y CARTÓN	AÑO 2013 (Mt)	AÑO 2012 (Mt)
<b>PRENSA E IMPRESIÓN Y ESCRITURA</b>	1.496,6	1.545,1
<b>HIGIÉNICOS Y SANITARIOS</b>	706,6	731,8
<b>PARA CARTÓN ONDULADO</b>	2.852,9	2.732,9
Para Ondular	1.231,6	1.195,5
Test Liner y Kraft Liner	1.149,5	1.040,3
Biclasses	471,8	497,1
<b>CARTÓN ESTUCADO</b>	271,5	280,7
<b>OTROS</b>	852,8	886,3
<b>TOTAL</b>	<b>6.181,331</b>	<b>6.176,758</b>

Tabla 2: Producción de papel y cartón en España en los años 2012 y 2013 (miles de toneladas)

PASTA	AÑO 2013 (Mt)	AÑO 2012 (Mt)
<b>MECÁNICAS Y QUÍMICAS</b>	1.954,9	1.958,5
<b>OTRAS</b>	21,5	22,0
<b>TOTAL</b>	<b>1.976,5</b>	<b>1.980,5</b>
<b>Para Mercado</b>		
<b>MECÁNICAS Y QUÍMICAS</b>	1.343,4	1.327,9
<b>OTRAS</b>	18,2	16,9
<b>TOTAL</b>	<b>1.361,5</b>	<b>1.344,8</b>

Tabla 3: Producción de pasta en España en los años 2012 y 2013 (miles de toneladas)

Durante el año 2012 se llevó a cabo un estudio comparativo de la información y los requerimientos recogidos en diferentes autorizaciones ambientales integradas de fábricas de pasta, papel y cartón en España. Todas estas instalaciones elaboraban una gran diversidad de productos, como por ejemplo, cartón ondulado, papel para cartoncillo, papeles higiénicos y sanitarios, papel de impresión estucado y sin estucar, papel para prensa y revistas, pasta kraft, pasta al sulfato blanqueada (de fibra corta y de fibra larga), pastas al sulfato crudas, etc. Entonces se analizaron más de ochenta AAI de diferentes tipos de instalaciones, comprendiendo tanto fábricas integradas de pasta y papel, como fábricas que sólo producen pasta y fábricas que producen más de un tipo de papel. Este análisis puso de manifiesto la gran variedad de procesos y condiciones de operación que deben ser evaluadas por las autoridades para establecer los requisitos de las AAI de la manera más adecuada según las características de cada instalación.

## 2. MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES Y NIVELES DE EMISIÓN ASOCIADOS

---

La aplicación de las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles no requiere la implantación de una determinada tecnología, sino el cumplimiento de los niveles de emisión que se consiguen gracias al uso de estas MTD. Es decir, el operador tiene flexibilidad para aplicar cualquier técnica enumerada en las conclusiones (o la combinación de varias técnicas) siempre que los valores de emisión cumplan con los rangos NEA-MTD, y siempre que cumplan los límites que finalmente establezca la autoridad competente. Además de esto, en caso de existir una técnica que permita alcanzar los NEA-MTD, pero que no esté recogida en las conclusiones MTD, la DEI establece, en su anexo III, los criterios que podrán ser evaluados por la autoridad competente para determinar si dicha técnica es una MTD.

### 2.1 Niveles de emisión asociados a las mejores técnicas disponibles

Los NEA-MTD son los rangos de emisión que se obtienen al operar en condiciones normales cuando se están aplicando las mejores técnicas disponibles o una combinación de las mismas. Estos rangos vienen expresados como **valores medios durante un determinado período de tiempo, bajo unas condiciones de referencia específicas**. Los NEA-MTD se han determinado a partir de las emisiones reales verificadas de instalaciones europeas que tienen implantadas las MTD.

De acuerdo con la Ley 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, las autoridades competentes deben fijar valores límite de emisión (VLE) que garanticen que las emisiones no superen los NEA-MTD en **condiciones de funcionamiento normal**. Estos límites de emisión deberán ser determinados exclusivamente para los focos a los que se haya establecido un rango NEA-MTD.

Cuando la autoridad competente establece unos límites de emisión comprendidos dentro de los rangos NEA-MTD, los valores deben estar referidos a los mismos periodos de tiempo y bajo las mismas condiciones de referencia que dichos niveles de emisión asociados a las mejores técnicas disponibles. En el caso de establecer límites de emisión que se refieran a períodos de tiempo más cortos, deberá tenerse en cuenta la **variabilidad de las emisiones**, de manera que los valores sean equivalentes.

También puede darse el caso de que los límites de emisión sean distintos a los NEA-MTD, en términos de valores, periodos de tiempo y condiciones de referencia. Cuando esto ocurre, el órgano competente debe evaluar, al menos una vez al año, los resultados del control de las emisiones para garantizar que no hayan superado los NEA-MTD en condiciones normales de funcionamiento.

En determinados casos, el órgano competente puede fijar límites de emisión menos estrictos que los niveles de emisión asociados a las MTD. Estas excepciones deben justificarse con una evaluación detallada que ponga de manifiesto que la consecución de los NEA-MTD dará lugar a unos costes desproporcionadamente elevados en comparación con el beneficio ambiental, debido a la situación del entorno local o a las características técnicas de la instalación.

## 2.2 Niveles de funcionamiento ambiental asociados a las mejores técnicas disponibles

Las conclusiones MTD presentan unos niveles de funcionamiento ambiental (BAT-AEPL, del inglés *BAT Associated Environmental Performance Levels*) que **no deben confundirse con los NEA-MTD**, tal y como se definen en el Artículo 3(13) de la DEI, ya que no son límites de emisión. Este tipo de datos suelen venir expresados como valores de consumo de agua o de energía y referidos a una unidad de producción.

En el caso de los niveles de consumo de agua, se debe evitar establecer límites genéricos en los caudales de vertido en base a este tipo de datos, ya que pueden darse posibles limitaciones en los volúmenes de vertido que afecten a los planes individuales de consumo y tratamiento de aguas residuales, sin que esto suponga necesariamente una mejora ambiental. Por este motivo, se dan casos en los que conviene que la autoridad competente evalúe los rendimientos de los procesos y plantas de tratamiento caso por caso, utilizando sólo como referencia estos niveles del BREF. Este tema se desarrolla en mayor profundidad en las secciones 3.1.1 y 5.3.

## 2.3 Condiciones normales de funcionamiento

Como se ha explicado, los NAE-MTD se expresan en valores medios durante un periodo determinado de tiempo y referidos a unas condiciones normales de funcionamiento. De este modo, en la determinación de estos rangos no se tienen en cuenta los datos de mediciones en condiciones de operación distintas a las normales, como pueden ser las operaciones de puesta en marcha y parada, fugas, fallos de funcionamiento o paradas momentáneas.

El MAGRAMA puso a disposición del grupo de trabajo para la revisión del BREF una descripción más precisa, aunque no exhaustiva, de las **situaciones distintas a las condiciones normales de funcionamiento** en la fabricación de pasta, papel y cartón:

- Las operaciones de puesta en marcha y parada de la fábrica para mantenimiento anual y vacaciones.
- Puesta en marcha y paro de cualquiera de las secciones principales de la fabrica por razones de mantenimiento o reparación de averías. Especialmente valido en fábricas de pasta integradas.
- Funcionamiento defectuoso de la planta depuradora, especialmente el tratamiento biológico, el tratamiento terciario y el decantador final.



- Funcionamiento defectuoso de los equipos principales de la fábrica.
- Parada repentina de la totalidad de la fábrica por razones de emergencia: fallo de corriente eléctrica.
- Condiciones meteorológicas extremas.
- Roturas y fugas en los equipos existentes.
- Vaciados y limpiezas de circuitos ya sea por cambio de materia prima o por cambio de calidad de los productos fabricados. Este hecho es relevante en la fabricación de pastas y papeles especiales sobre todo cuando se producen papeles de colores.

Los cambios de calidad de los papeles fabricados, cuando no se necesita el vaciado de circuitos, se consideran condiciones normales.

## 2.4 Aplicabilidad de las mejores técnicas disponibles

Para evaluar el grado de implantación de las técnicas hay que analizar su viabilidad en función de las características de cada fábrica. Entre los factores que afectan a la aplicabilidad de las técnicas, cabe destacar las condiciones de operación y tipos de procesos, la calidad de los productos, la antigüedad de las fábricas o las posibles limitaciones de espacio que impiden hacer cierto tipo de reconstrucciones.

El término “*técnicas disponibles*” hace referencia a las técnicas que se desarrollan a una escala que permite su aplicación en condiciones económica y técnicamente viables, considerando los costes y los beneficios siempre que el titular pueda tener acceso a ellas en condiciones razonables.

## 2.5 Consideraciones específicas y efectos transversales

Dada la gran diversidad de procesos y productos que abarca la fabricación de pasta, papel y cartón, es muy importante considerar las particularidades indicadas a lo largo del documento BREF, resumidas en las conclusiones sobre las MTD, que son imprescindibles para la interpretación correcta de los rangos NEA-MTD. En las notas a pie de estas tablas se explican las condiciones de operación específicas que pueden originar valores de emisión diferentes a los rangos establecidos, así como los posibles efectos transversales que pueden ocurrir, entre otras causas, por la aplicación simultánea de varias técnicas. Cuando se dan estas situaciones, aquellas fábricas que presentan los niveles más bajos para determinados parámetros pueden emitir paralelamente los valores más altos del rango para otros parámetros.

En esta guía se indican los principales procesos en los que se da este tipo de efectos transversales. En los apartados que tratan el enfoque integrado de las fábricas, tanto para las emisiones al agua como para las atmosféricas, se señalan los criterios que hay que tener en cuenta para evaluar globalmente las emisiones de las fábricas, considerando las relaciones entre los distintos parámetros y técnicas aplicadas.

De cara al establecimiento de los límites de emisión en las AAI, las autoridades competentes pueden servirse de estas justificaciones para saber si conviene aplicar los valores más bajos o más altos de los rangos, así como si existen determinadas circunstancias que conlleven una emisión de valores más altos (pudiendo aplicar los niveles de emisión indicados en estas notas de las conclusiones). Es posible que en determinados procesos se requiera una evaluación caso por caso para establecer los límites de emisión más adecuados a las características de la fábrica (por ejemplo, en fábricas con líneas de producción que tienen muchos cambios diarios en las calidades de pasta o papel).

### 3. USO EFICIENTE DE LOS RECURSOS

---

El uso eficiente de los recursos, principalmente de agua y energía, es un requisito general en todo el sector. Durante la última década, la industria ha logrado adaptarse a las demandas del mercado mejorando considerablemente la eficiencia de sus consumos. Los niveles de consumo son muy variables en función del tipo de instalación y los productos que se fabriquen, siendo mayores en las fábricas que producen una gran variedad de productos (principalmente en los consumos de agua) debido a los cambios en las calidades de fabricación.

#### 3.1 Utilización de agua

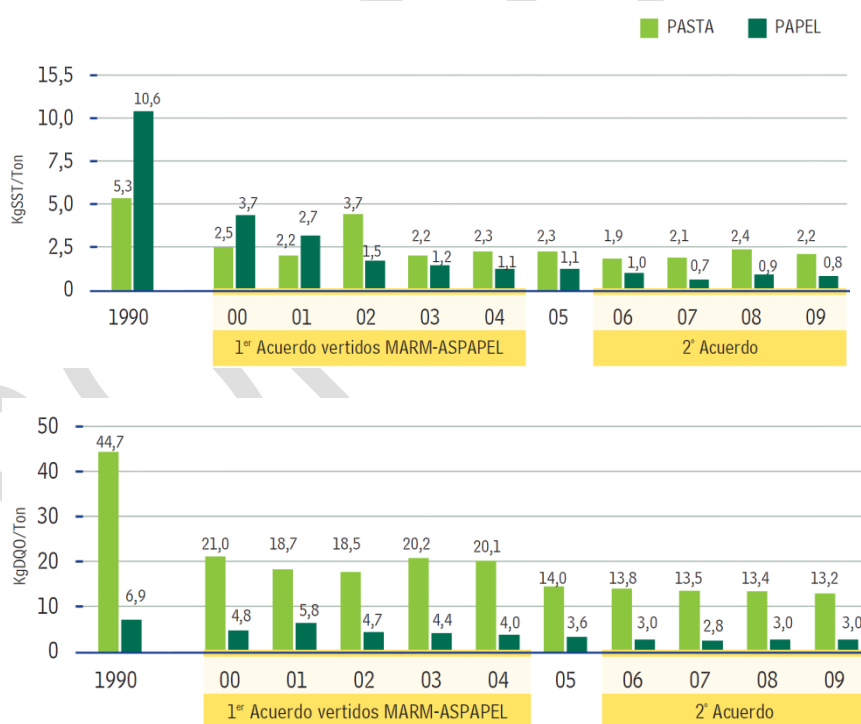
La disminución del consumo de agua es una MTD genérica aplicable todo el sector, así como también lo es reducir la generación de agua residual. Es conveniente resaltar una vez más que los NEA-MTD indicados para los vertidos al agua se refieren únicamente a las fábricas que vierten al medio natural.

En las fábricas españolas, sólo se consume un 5-10% del total de agua que se usa en la producción de pasta y papel (correspondiente a la evaporación y la humedad del producto final), mientras que el 90-95% restante se devuelve al medio receptor convenientemente depurado. Los vertidos del sector papelero tienen como medios receptores los colectores municipales, las aguas superficiales y el mar. Un 81% del volumen de vertido tiene como receptor el medio natural con la consiguiente depuración previa en la fábrica. El 19% restante va a colectores municipales, donde se les da un tratamiento de depuración adicional al realizado en la fábrica.

El uso eficiente del agua en los procesos de fabricación ha sido fomentado en gran medida gracias al Acuerdo Voluntario firmado entre el MAGRAMA y la Asociación de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón (ASPAPPEL). A través de este acuerdo (vigente durante los años 2000-2009) las fábricas asociadas a ASPAPPEL han logrado los siguientes beneficios ambientales:

- Reducción del 37% en el **uso de agua por tonelada producida** (pasando de 24,5 m<sup>3</sup>/t a 15,5 m<sup>3</sup>/t).

- Reducción de un 28% en el **uso de agua total** (pasando de 160 hectómetros cúbicos/año a 115 hectómetros cúbicos/año), pese a un incremento de la producción del 14% en el período analizado.
- Reducción del 38% en los **vertidos por tonelada producida** (pasando de 23 m<sup>3</sup>/t a 14,3 m<sup>3</sup>/t).
- Reducción de un 29% en el **volumen total de vertidos** (pasando de 150 hectómetros cúbicos/año a 106 hectómetros cúbicos/año).
- Reducción de los siguientes **parámetros de vertido**:
  - ✓ Reducción del 38% de la DQO por tonelada de papel.
  - ✓ Reducción del 37% de la DQO por tonelada de pasta.
  - ✓ Reducción del 78% de los SST por tonelada de papel.
  - ✓ Reducción del 12% de los SST por tonelada de pasta.
  - ✓ Reducción del 47% de los AOX por tonelada de pasta.
- Monitorización de los datos individuales mensuales del 92% del total del vertido que la industria papelera española realiza al medio natural.
- Eliminación de la utilización de cloro molecular en la producción de pasta blanqueada (año 2007).



### 3.1.1 Influencia del caudal en la concentración

Como se puede ver en las gráficas anteriores, la industria ha logrado reducir considerablemente la carga contaminante en sus vertidos, al mismo tiempo que ha disminuido

su caudal medio de vertido anual un 38% (incluso habiendo aumentado su producción). Sin embargo, estas mejoras nos se ven reflejadas en la misma medida si nos referimos a sus valores en concentración, ya que la disminución de volumen de agua residual afecta a la relación de este parámetro. Cuando tiene lugar una reducción de caudal tan importante, paralelamente se da un aumento de la concentración del vertido, a pesar de que la carga contaminante (o factor de emisión) haya disminuido. El impacto de este aumento de concentración dependerá de las condiciones del medio receptor (niveles de calidad ambiental, vulnerabilidad del medio, capacidad de depuración, etc.) y por ello deberá ser evaluado caso por caso, pero en principio no implica un deterioro medioambiental.

Uno de los principales motivos de discusión en el grupo de trabajo para la revisión del BREF fue el requerimiento de precisar **los caudales asociados a los NEA-MTD** cuando éstos viniesen **expresados en valores de concentración**. Esta exigencia se hace necesaria cuando la disminución del consumo de agua es una prioridad (hecho que ocurre en países donde este recurso es un bien escaso) y la consecuente disminución del caudal de vertido puede repercutir negativamente en la concentración, debido a una verificación parcial del cumplimiento de los límites dados en concentración. De acuerdo con las conclusiones MTD, en aquellos casos en los que los NEA-MTD están indicados en unidades de concentración y de carga específica (para los mismos periodos) ambas formas de expresar los NEA-MTD deben ser consideradas como alternativas equivalentes. En la sección 5.3 de la presente guía se explica en mayor detalle la metodología para establecer la equivalencia entre estos datos de emisión.

El BREF de pasta y papel resume los principales aspectos sobre monitorización de emisiones y los requisitos mínimos para que la autoridad competente pueda comparar y verificar el cumplimiento de estos datos de emisión. En el caso de los valores de emisión al agua, el BREF establece que los datos medidos en concentración siempre deben ir **acompañados del caudal de agua residual**, referido a un **mismo intervalo de tiempo**, ya que estos valores de concentración carecen de valor si no están referidos al volumen correspondiente<sup>1</sup>. La lectura simultánea del valor de concentración y el caudal de referencia permite calcular la carga contaminante emitida a las masas de agua, ya sea referida a un intervalo de tiempo (kg/día, mes o año) o a un factor de emisión (kg/tonelada de pasta o papel).

Los valores de NEA-MTD para los vertidos al agua utilizan como referencia los caudales promedios que se generan con la aplicación de las MTD para reducir el consumo de agua y la generación de agua residual. La aplicación de estas MTD (genéricas para todo el sector) da como resultado unos caudales de vertido asociados a los **niveles de funcionamiento ambiental**, anteriormente explicados en el apartado 2.2. Estos niveles de funcionamiento ambiental, que **no pueden ser tratados como niveles de emisión asociados a las MTD**, se citan a continuación:

---

<sup>1</sup> BREF P&P, Sección 2.2.1.4

- El caudal de vertido procedente del descortezado en seco, asociado a la **MTD 4**<sup>2</sup>.
- Los caudales de vertido asociado a la **MTD 5**<sup>3</sup> en los puntos de descarga después de tratamiento. Esta MTD establece los niveles de rendimiento para los caudales de vertido de las siguientes fábricas: pasta kraft blanqueada, pasta kraft sin blanquear, pasta al sulfito (sulfito blanqueado, proceso magnefite, sulfito soluble, proceso sulfito neutro), pasta mecánica, pasta quimicomecánica, pasta termomecánica, fábricas de papel RCF destintado y sin destintado, fábricas de papel tissue RCF destintado y fábricas de papel no integradas.

### 3.2 Eficiencia energética

El consumo de energía es un factor clave en la producción de pasta y papel. Los principales aspectos que influyen en los niveles de consumo energético de una fábrica son la edad y tamaño de la instalación, el grado de modernización y la antigüedad de los equipos. Por lo general, la industria produce en sus propias plantas energéticas prácticamente todo el calor y gran parte de la electricidad que requiere para sus procesos de fabricación.

La implantación de sistemas de gestión energética permite al operador cuantificar el potencial de la fábrica para optimizar la recuperación energética. En la evaluación del consumo y de la producción de energía intervienen múltiples factores, siendo determinantes el **diseño de los procesos** y la **tecnología instalada**. El **tipo de materia prima** también influye en el grado de recuperación energética. Por ejemplo, las fábricas que utilizan eucalipto tienen menor rendimiento en las calderas de recuperación debido a que el licor negro que entra en la caldera tiene menos poder calorífico neto que el que se quema al utilizar otras materias primas. El calor medido en forma de presión de vapor en la salida de la caldera suele estar en torno a los 12-13 GJ/tAD, en comparación con los 15-16 GJ/tAD de las fábricas que producen con maderas de fibra larga.

Biomass	Moist. (%)	Ash (%)	Elemental composition (%)			NHV (GJ/t, bd)	AD (kg, bd/m <sup>3</sup> )
			C	N	H		
Eucalyptus bark	55	3,6	46,9	0,36	6,74	15,52	73,6
Forest biomass							
Root/stem	22	2,8	48,7	0,37	6,88	17,87	185,1 <sup>a</sup>
Branches, leaves, tree top	30	4,2	48,2	0,48	6,63	16,67	98,1 <sup>b</sup>
Olive bagasse	17	3,2	51,7	1,73	6,73	18,61	---
Grape bagasse	54	4,7	52,2	1,69	6,41	19,33	---
Wood pellets	6,6	1,2	50,2	0,42	6,70	18,59	---

**NHV- valor calorífico neto; AD- densidad aparente; a- residuos de madera y corteza de pino; b- eucalipto**

Muchas fábricas cubren la demanda energética de sus procesos gracias a la instalación de plantas de ciclo combinado. El diseño de estas plantas depende de factores como el tipo de instalación, las materias primas empleadas, los procesos implicados o la estrategia energética

<sup>2</sup> MTD para reducir la generación de carga contaminante en las aguas residuales para las actividades de almacenamiento y preparación (Decisión 2014/687/UE, Sección 1.1.3)

<sup>3</sup> MTD para reducir el consumo de agua y la generación de agua residual según las calidades de pasta y papel (Decisión 2014/687/UE, Sección 1.1.3)

de la fábrica. No obstante, debido a la problemática del sector energético en España, en la actualidad se requiere analizar la viabilidad de la explotación de las plantas de cogeneración para la optimización energética de las fábricas. Los combustibles frecuentes de las plantas de cogeneración son el gas natural y la biomasa (licor negro, cortezas, lodos fibrosos, etc.). Esta biomasa viene definida en la DEI como *los residuos vegetales fibrosos procedentes de la producción de pasta y papel, si se co-incineran en el lugar de producción y se recupera el calor generado*.

La cogeneración y la valorización energética de los residuos de producción con alto valor calorífico (en caso de que no puedan ser reciclados), son quizás las MTD sobre eficiencia energética más relevantes del sector. Los rendimientos medios de las plantas de ciclo combinado dependen de las características de cada planta y del tipo de combustibles que utilicen. En las fábricas existentes la aplicabilidad de estas técnicas puede depender de posibles limitaciones de espacio y de la estrategia energética de la instalación.

## 4. MONITORIZACIÓN DE EMISIONES

---

Los resultados de los controles de las emisiones deben ser comparables con los NEA-MTD para poder verificar su cumplimiento. De acuerdo con la Ley 5/2013, en las autorizaciones ambientales integradas la autoridad competente debe especificar los requisitos de control, incluyendo la metodología de medición, su frecuencia y el procedimiento de evaluación. Así mismo, los titulares deben notificar esta información al órgano competente al menos una vez al año.

Como se ha explicado en el apartado 2, el órgano competente puede establecer límites de emisión diferentes de los NEA-MTD en términos de valores, periodos de tiempo y condiciones de referencia. En estos casos, la autoridad competente debe evaluar los resultados del control de las emisiones para verificar que no se hayan superado los NEA-MTD en condiciones normales de funcionamiento.

Los **requisitos de control** deben estar **basados en las conclusiones MTD**, las cuales determinan que la monitorización y la medición de las emisiones al agua y a la atmósfera deben realizarse siguiendo normas estandarizadas (EN, ISO, estándares nacionales o internacionales) según su disponibilidad, de manera que garanticen que los datos mantienen un nivel de calidad científica equivalente.

El BREF sobre monitorización de emisiones contiene información más detallada acerca de la metodología para realizar las mediciones y el tratamiento de los datos. No obstante, no es posible establecer conclusiones MTD tal y como se definen en la directiva de emisiones industriales, por lo que este documento debe ser utilizado por las autoridades competentes como un instrumento de referencia para establecer condiciones alternativas de monitorización en las autorizaciones ambientales integradas.

<b>I. Monitorización de parámetros en los principales procesos que vierten a las aguas</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Frecuencia</b>
Caudal, temperatura y pH	Continua
Contenido de P y N en biomasa, índice de volumen de lodo, exceso de amoníaco y orto-fosfato en efluente, análisis microscópico de biomasa	Periódica
Caudal y contenido de CH <sub>4</sub> en el biogás generado durante el tratamiento anaeróbico de las aguas residuales	Continua
Contenido de H <sub>2</sub> S y CO <sub>2</sub> en el biogás generado durante el tratamiento anaeróbico de las aguas residuales	Periódica
<b>II. Monitorización de parámetros en los principales procesos que emiten a la atmósfera</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Frecuencia</b>
Presión, temperatura, oxígeno, CO y contenido de vapor de agua en los gases de salida de los procesos de combustión	Continua

Tabla 4: Monitorización de los principales parámetros. BREF P&P, Sección 8.1.6

Los resultados de las mediciones deberían incluir los **límites de detección y cuantificación** y, del mismo modo, las autorizaciones deberían indicar las disposiciones sobre el tratamiento de los valores por debajo del límite de detección. De acuerdo con el BREF de monitorización, se puede aplicar como regla general que el límite de detección no debe superar el 10% del valor límite de emisión establecido en cada proceso. En caso de no conocerse el límite de cuantificación, se puede estimar un múltiplo del límite de detección (por ejemplo, multiplicando este valor por tres<sup>4</sup>).

#### 4.1 Monitorización de vertidos de acuerdo con la MTD 10<sup>5</sup>

Es MTD la monitorización de los vertidos al agua para los parámetros con NEA-MTD, indicados en la tabla 5, con las siguiente frecuencias:

<b>Parámetro</b>	<b>Frecuencia de monitorización</b>
<b>DQO o COT</b> <sup>(1)</sup>	Diario <sup>(2) (3)</sup>
<b>DBO<sub>5</sub> o DBO<sub>7</sub></b>	Una vez por semana
<b>Sólidos en suspensión (SST)</b>	Diario <sup>(2) (3)</sup>
<b>Nitrógeno total</b>	Una vez por semana <sup>(2)</sup>
<b>Fosforo total</b>	Una vez por semana <sup>(2)</sup>
<b>EDTA, DTPA</b> <sup>(4)</sup>	Una vez al mes
<b>AOX (EN ISO 9562:2004)</b> <sup>(5)</sup>	Una vez al mes
	Una vez cada dos meses
<b>Metales pertinentes (ej. Zn, Cu, Cd, Pb, Ni)</b>	Una vez al año

<sup>4</sup> BREF MON, Sección 3.3.4.4

<sup>5</sup> MTD para monitorizar y medir las emisiones al agua (Decisión 2014/687/UE, Sección 1.1.6)



<p><sup>(1)</sup> En caso de que el COT sea el parámetro a medir, se debe establecer la correlación entre el COT y la DQO para cada foco de emisión y etapa de tratamiento de agua residual.</p> <p><sup>(2)</sup> Se podrán usar métodos rápidos de muestreo que deberán ser revisados periódicamente</p> <p><sup>(3)</sup> En fábricas que operen menos de 7 días por semana, la frecuencia para DQO y TSS puede reducirse a los días de operación, o el periodo de muestreo puede extenderse a 48 o 72 horas.</p> <p><sup>(4)</sup> Únicamente en los casos en los que estos agentes quelantes se utilizan en el proceso.</p> <p><sup>(5)</sup> No es de aplicación en fábricas que evidencien que no se generan o introducen AOX como aditivos químicos o materia prima.</p>
--

**Tabla 5: Monitorización de vertidos. BREF P&P, Sección 8.1.6**

Tal y como se explica en las notas a pie de tabla, es posible utilizar métodos de muestreo rápidos y económicos, particularmente para el control de parámetros que deben ser medidos con alta frecuencia (diaria o semanalmente). En los casos en los que se hace inviable la contratación de laboratorios acreditados, existe la posibilidad de realizar procedimientos internos de medición.

En algunas circunstancias conviene sustituir la monitorización de la DQO por la del carbono orgánico total (COT). El BREF indica que cuando se está midiendo el parámetro COT no es obligatorio medir la DQO, pero también puntualiza que se tiene que establecer la relación entre ambos parámetros para el foco de emisión y proceso de tratamiento específico.

En el caso de la monitorización de metales, las fábricas suelen controlar estos contaminantes siguiendo las orientaciones de la guía de PRTR para la medición, el cálculo y la estimación de emisiones del sector de pasta y papel. Cuando una fábrica haya evidenciado que las emisiones de estos contaminantes no son significativas, o no llegan a producirse, es razonable permitir que no se tenga que informar sobre esos parámetros.

Con respecto a la introducción de AOX en los procesos como aditivos químicos, se hace referencia a aquellas fábricas que aplican productos químicos para aumentar la resistencia en húmedo.

A finales de 2013, el MAGRAMA aprobó el “Protocolo de Inspección de Vertidos de Aguas Residuales, destinado a las Entidades Colaboradoras de la Administración Hidráulica” para establecer los requisitos técnicos que deben aplicar las ECAH en las inspecciones de vertidos conforme a la norma UNE-EN ISO/IEC 17020. Este protocolo establece los distintos tipos de inspección que pueden desarrollar las ECAH, denominados “objetos de inspección”, entre los que se encuentran la evaluación de la conformidad con respecto a las características cuantitativas y cualitativas del vertido y el control efectivo de volúmenes de vertidos de agua residual. Esta evaluación generalmente conlleva una comparación estadística entre los siguientes elementos:

- Los resultados de las determinaciones analíticas y de parámetros in situ, o un valor estadístico estimado de los mismos.
- El valor límite de emisión establecido en la autorización de vertido para cada uno de los parámetros característicos de la actividad cuando éstos estén expresados como concentración en el vertido.



- El valor límite de emisión establecido en la autorización de vertido para cada uno de los parámetros característicos de la actividad cuando éstos estén expresados en masa por unidad de tiempo (flujo másico o carga por tiempo) o producción (carga específica).
- Los resultados de las determinaciones obtenidas del valor de caudal, o un valor estadístico estimado de los mismos, como el sumatorio de todos los registros temporales del periodo de medida en el caso de la valoración de volúmenes diarios o de periodos de tiempo ajustados a una jornada laboral.
- El valor de caudal autorizado establecido en la autorización de vertido como caudal máximo puntual o volumen máximo diario.

En el apartado 5.3 de la presente guía, se explica el tratamiento que debe darse a estos datos para permitir hacer comparaciones entre las distintas unidades utilizadas para expresar los valores de emisión y los diferentes periodos de tiempo en que se basan estos valores.

Las especificaciones técnicas de los análisis químicos y del seguimiento del estado de las aguas vienen establecidas en la Directiva 2009/90/CE.

## 4.2 Monitorización de emisiones al aire de acuerdo con la MTD 9<sup>6</sup>

Es MTD la monitorización de las emisiones en los focos que tienen límites establecidos para los parámetros indicados en la tabla 6, con las siguientes frecuencias:

Parámetro	Frecuencia de monitorización	Foco de emisión
NO <sub>x</sub> y SO <sub>x</sub>	Continua	Calderas recuperación
	Periódica o continua	Horno de cal
	Periódica o continua	Quemadores GNC
Partículas	Periódica o continua	Calderas de recuperación (kraft) y horno de cal
	Periódica	Calderas de recuperación (sulfito)
TRS (incluyendo H <sub>2</sub> S)	Continua	Calderas de recuperación
	Periódica o continua	Horno de cal y quemadores GNC
	Periódica	Emisiones difusas (ej. línea de fibras, tanques, calderas de corteza) y gases débiles recogidos sin incineración
NH <sub>3</sub>	Periódica	Calderas de recuperación con SNCR

<sup>6</sup> MTD para monitorizar y medir las emisiones al aire (Decisión 2014/687/UE, Sección 1.1.6)

**Tabla 6: Monitorización de emisiones a la atmósfera. BREF P&P, Sección 8.1.6**

La guía técnica para la medición, estimación y cálculo de las emisiones al aire en el sector de pasta y papel, desarrollada por el IHOBE en 2005 para el sector del País Vasco, recoge en su anexo II los principales métodos de medición de contaminantes atmosféricos, resumiendo la normativa aplicable (nacional, europea e internacional) para la realización de muestreos, análisis y mediciones. Esta guía es una herramienta muy útil para las autoridades ambientales y responsables de control, de cara a la validación de la metodología de medición y análisis de las emisiones al aire.

A continuación se indican los principales métodos de medición de las emisiones al aire:

TOMA DE MUESTRAS EN GENERAL		
FUENTES	MÉTODO	NORMA
Fuentes fijas de emisión	Características generales para la situación, disposición y dimensión de conexiones, plataformas y accesos para la toma de muestras.	Orden 18/10/1976
	Muestreo para la determinación automática de la concentración de gas.	UNE 77 218: 1995 (Equivalente a ISO 10396: 1993)
	Análisis de gas. Preparación de las mezclas de gases para calibración. Método de permeación.	UNE 77 238: 1999 (Equivalente a ISO 6349: 1979)

MEDICIÓN DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NO <sub>x</sub> )		
FUENTES	MÉTODO	NORMA
Fuentes fijas de emisión	Determinación de la concentración de masa.	ISO 10849/1996
	Características de los sistemas automáticos de medida.	UNE 77-224
	Determinación de la concentración de masa. Método fotometría de naftiletildiamina.	ISO 11564/04,98
	Determinación de óxidos de nitrógeno por fotometría UV-VIS.	EPA 7 (1990) EPA 7 (1986)
	Determinación in situ mediante células electroquímicas.	DIN 33962

MEDICIÓN DE ÓXIDOS DE AZUFRE (SO <sub>x</sub> /SO <sub>2</sub> )		
FUENTES	MÉTODO	NORMA
Fuentes fijas de emisión	Determinación de la concentración másica de SO <sub>2</sub> . Método del peróxido de hidrógeno / percolato de bario/torina.	UNE 77 216
	Espectrofotometría de UV-VIS	DIN 33962
	Determinación de la concentración de masa. Método de cromatografía iónica.	ISO 11632/03,98 UNE 77226: 1999
	Determinación de dióxido de azufre por titulación volumétrica.	EPA 6 (40 CFR) EPA 6 (1995) EPA 8 (1995)

MEDICIÓN DE PARTÍCULAS (PM10)		
FUENTES	MÉTODO	NORMA
Fuentes fijas de emisión	Medición automática de la concentración másica de partículas. Características de funcionamiento, métodos de ensayo y especificaciones.	UNE 77 219:1998 (Equivalente a ISO 10155:1995)
	Determinación por gravimetría.	EPA 5 (40 CFR) EPA 17 (1995)

## 5. VERTIDOS AL AGUA

Los vertidos al agua están determinados principalmente por el tipo de fábrica, los procesos de producción, las materias primas y los productos que se obtienen. Las conclusiones MTD establecen niveles de emisión únicamente para los vertidos al medio natural, quedando fuera del alcance de la decisión las plantas que vierten a colectores.

Para evaluar correctamente el rendimiento de la planta de tratamiento, conviene considerar, en el balance de entradas y salidas, la **calidad de las aguas captadas** antes de utilizarse en los procesos, ya que en algunos casos puntuales las concentraciones de N, P y AOX en las aguas que entran en fábrica pueden ser significativas (principalmente en periodos estivales). Por ejemplo, los controles de los vertidos que se publican en el registro PRTR, tienen en cuenta el balance de entradas y salidas de las aguas que son captadas y vertidas a una misma masa de agua.

Por otro lado, el contenido de estos parámetros en la **materia prima** también puede repercutir en los vertidos finales, siendo este un factor importante a tener en cuenta en el análisis de AOX en los vertidos. El contenido de AOX en la materia prima es un parámetro que no puede ser controlado fácilmente por el operador y que depende tanto de la calidad y disponibilidad de los recursos como de los productos finales que se obtengan. En el caso de las fábricas españolas se hace especialmente importante considerar las características de las materias primas. En las conclusiones MTD, se explica que las maderas procedentes de los eucaliptos de la Península Ibérica contienen mayor cantidad de fósforo en comparación con otras especies forestales europeas<sup>7</sup>. En estos casos, los valores de emisión de fósforo en vertidos corresponden a los valores más altos del rango NEA-MTD.

### 5.1 NEA-MTD para los vertidos al agua

La siguiente tabla recoge los parámetros de vertido para los que la Decisión 2014/687/UE establece rangos de NEA-MTD. En los vertidos al medio natural, el operador deberá aplicar una o varias de las MTD señaladas en la tabla, asegurando que los niveles de emisión estén dentro

<sup>7</sup> BREF P&P, Sección 8.2.1

de los rangos que se hayan establecido para estas técnicas. Los valores de NEA-MTD pueden consultarse directamente en las secciones de la decisión que se indican a pie de tabla.

Se establecen NEA-MTD en los vertidos de aguas residuales al medio natural para los siguientes parámetros:

Proceso/Actividad	Parámetros con NEA-MTD	MTD
Pasta kraft blanqueada	DQO, TSS, Nitrógeno total, Fósforo total, AOX	19 <sup>(1)</sup>
Pasta kraft sin blanquear	DQO, TSS, Nitrógeno total, Fósforo total	
Pasta al sulfito y magnefite	DQO, TSS, Nitrógeno total, Fósforo total, AOX	33 <sup>(2)</sup>
Pasta semiquímica al sulfito neutro	DQO, TSS, Nitrógeno total (no aplica si el proceso es con base en amoniaco), Fósforo total	
Producción integrada de papel y cartón a partir de pasta mecánica	DQO, TSS, Nitrógeno total, Fósforo total	40 <sup>(3)</sup>
Pasta mecánica y quimicotermomecánica	DQO, TSS, Nitrógeno total, Fósforo total	
Producción integrada de pasta y papel a base de RCF sin destintado	DQO (no aplica en circuitos cerrados), TSS, Nitrógeno total, Fósforo total, AOX	45 <sup>(4)</sup>
Producción integrada de pasta y papel a base de RCF destintado	DQO, TSS, Nitrógeno total, Fósforo total, AOX	
Fábricas no integradas de papel y cartón (excluye papel especial)	DQO, TSS, Nitrógeno total, Fósforo total, AOX	50 <sup>(5)</sup>
Fábricas no integradas de papel especial	DQO, TSS, Nitrógeno total, Fósforo total, AOX	
<p><sup>(1)</sup> MTD para reducir las emisiones de contaminantes a las aguas receptoras en fábricas de pasta kraft (<i>Decisión 2014/687/UE, Sección 1.2.1</i>)</p> <p><sup>(2)</sup> MTD para prevenir y reducir las emisiones de contaminantes a las aguas receptoras en fábricas de pasta al sulfito (<i>Decisión 2014/687/UE, Sección 1.3.1</i>)</p> <p><sup>(3)</sup> MTD para reducir el uso de agua, el caudal de agua residual y la carga de contaminantes para las emisiones a las aguas receptoras en fábricas de pasta mecánica y semimecánica (<i>Decisión 2014/687/UE, Sección 1.4.1</i>)</p> <p><sup>(4)</sup> MTD para prevenir y reducir la carga contaminante de las emisiones a las aguas receptoras en fábricas de papel reciclado (<i>Decisión 2014/687/UE, Sección 1.5.2</i>)</p> <p><sup>(5)</sup> MTD para prevenir y reducir la carga contaminante de las emisiones a las aguas receptoras en fábricas de papel (<i>Decisión 2014/687/UE, Sección 1.6.1</i>)</p>		

**Tabla 7: Parámetros de emisiones al agua con NEA-MTD**

Para el parámetro AOX (compuestos orgánicos clorados), los niveles de emisión asociados se aplican únicamente en las fábricas que generan o introducen AOX como aditivos químicos (productos químicos para aumentar la resistencia en húmedo) o materia prima. Así por

ejemplo, en las fábricas de papel recuperado que no emplean estos productos químicos, no se consideran los AOX como contaminantes relevantes, por lo que el BREF no establece NEA-MTD para este parámetro.

Con la excepción de AOX de las fábricas de pasta para papel que producen pasta al sulfito blanqueada y pasta al magnefito para papel, todos los NEA-MTD para emisiones al agua están expresados en:

- Cargas específicas (kg/ADt) referidas a medias anuales para fábricas de pasta kraft y pasta al sulfito. Para las fábricas de pasta dissolving no se han definido NEA-MTD.
- Cargas específicas (kg/t) referidas a medias anuales para el resto de fábricas.

### 5.1.1 Valores de DBO: no son NEA-MTD

Es importante aclarar que el valor de concentración de DBO indicado en la Decisión no es un NEA-MTD, tal y como se explica en el capítulo de las conclusiones MTD del BREF, sino un **valor orientativo**. Durante la elaboración de las conclusiones MTD, el valor de concentración establecido para la DBO no fue acordado por todos los miembros de grupo de trabajo por no venir acompañado de un **caudal de referencia**. El grupo técnico español solicitó la eliminación de este valor de concentración si no se asociaba un caudal de referencia (además de discutirse internamente la representatividad del dato propuesto) con el objeto de no menoscabar los esfuerzos realizados por la industria para optimizar el uso del agua.

## 5.2 Variabilidad de los vertidos al agua

El anexo II del BREF de pasta, papel y cartón contiene un análisis presentado por el MAGRAMA donde se evalúan las diferencias de las características de los vertidos a lo largo del tiempo y se proponen unos factores de variabilidad **en función de los períodos de medición** (diario, mensual o anual).

Cuando los valores de emisión están basados en distintos períodos, hay que tener en cuenta la variabilidad de las emisiones en función del periodo medio de referencia con el fin de evaluar objetivamente el rendimiento de una técnica específica o establecer la equivalencia entre los resultados de los controles y los NEA-MTD. El análisis de las diferencias en función del tiempo y la determinación de los factores de variabilidad, permiten establecer la equivalencia entre los niveles de emisión cuando éstos están referidos a distintos períodos de tiempo.

La variabilidad de los vertidos al agua en función del periodo se debe principalmente a las causas que se enumeran a continuación. Estos aspectos se explican en mayor detalle en el anexo II de esta guía.

- Existencia de stocks intermedios en los procesos de producción (modifican las cargas en los efluentes de los distintos procesos). Este factor altera principalmente las medias diarias.

- Variación del contenido de las materias primas (según las procedencias, tipos de especies, cambios en la calidad del papel reciclado, etc.).
- Variaciones en las calidades de la pasta y papel.
- Variaciones de las condiciones de operación y control de procesos.
- Variaciones en el rendimiento de la planta de tratamiento.

### 5.2.1 Períodos medios de referencia

En las conclusiones MTD los niveles de emisión asociados vienen dados en **valores medios anuales** de carga específica (a excepción del NEA-MTD para AOX en fábricas de pasta al sulfito para papel blanqueado, que está expresado en valor medio anual de concentración). Los períodos medios de referencia de los NEA-MTD se describen de la siguiente manera:

<b>Valor medio diario</b>	Valor medio durante un de 24 horas, obtenido por monitorización continua de las emisiones.
<b>Valor medio anual (carga)</b>	Valor promedio (ponderado conforme a los valores diarios de producción) de las medias diarias obtenidas con las frecuencias establecidas para los principales parámetros durante un año, expresadas como masa de sustancia emitida por unidad de masa de los productos/materiales generados o procesados.

**Tabla 8: Períodos medios de referencia para las emisiones al agua**

El análisis de las diferencias que hay entre los valores medios de emisión en función del tiempo de medición (anual, mensual o diario) ha sido un tema muy discutido durante el proceso de revisión del BREF P&P. De acuerdo con las conclusiones del BREF, en caso de que los NEA-MTD estén dados para diferentes periodos, todos los niveles de emisión deberán ser de aplicación.

A la hora de evaluar el rendimiento de una determinada técnica, así como los beneficios ambientales de su uso, es razonable pensar que el análisis de los datos basados en periodos más largos (mensuales o anuales) pueda dar más información acerca de su correcta aplicación, ya que todos los factores enumerados arriba son considerados en la evaluación. En el momento de evaluar los valores diarios de emisión o establecer un límite diario, hay que tener en cuenta que las medias diarias difieren significativamente de las mensuales. Considerando estos factores de variabilidad y las diferencias que generan entre las mediciones basadas en períodos cortos y períodos largos, será muy distinto si los límites de emisión se fijan en valores medios anuales o en valores medios diarios.

Aunque no existe una regla universal para convertir los valores anuales a valores mensuales o a muestras compuestas diarias, se puede aplicar como principio genérico que las medias referidas a cortos períodos de tiempo tienen un índice mayor de variabilidad. Los valores mensuales varían de un mes a otro en menor medida (dependiendo de la producción, la calidad de la madera, las condiciones climáticas, etc.).

## 5.2.2 Factores de variabilidad en función del tiempo de medición

Se pueden definir los siguientes factores de variabilidad:

- **Factor de variabilidad día/año:** muestra las variaciones de los valores obtenidos a partir de muestras diarias a lo largo del año correspondiente. Se calcula como el ratio entre los valores máximos diarios y el valor medio anual.
- **Factor de variabilidad mes/año:** muestra las variaciones entre los valores medios mensuales y la media anual. Se calcula como el ratio entre la máxima media mensual y el valor medio anual.
- **Factor de variabilidad día/mes:** muestra la variación entre los valores medios diarios y la media mensual. Se calcula como el ratio entre los otros dos factores de variabilidad.

En el estudio de variabilidad que se incluye en el documento BREF, se han evaluado los datos de emisión procedentes de cuatro fábricas españolas diferentes, utilizando todas ellas las MTD descritas en las conclusiones para el tratamiento de las aguas residuales. El anexo II del BREF presenta los siguientes factores de variabilidad día/año para los valores de emisión de DQO:

Tipo de fábrica	DQO kg/ADt			Factor de variabilidad día/año
	Media anual	Media mensual máxima	P <sub>95</sub> de las medias diarias	
Pasta kraft blanqueada	11.15	12.82	17.12	<b>1.53</b>
Pasta kraft parcialmente integrada con papel estucado	7.17	7.95	14.25	<b>1.99</b>
Papel de embalar destintado	1.04	1.15	1.85	<b>1.78</b>
Papel estucado	1.71	2.08	2.65	<b>1.55</b>

Tabla 9: Factores de variabilidad día/año de DQO

En el análisis completo (anexo II de la presente guía) se explica en mayor detalle la metodología utilizada en el análisis de los factores de variabilidad. Dicho estudio concluye los siguientes **factores de variabilidad medios para los parámetros de DQO y SST:**

Factor de variabilidad	TSS	DQO
día/año	2.4	1.8
día/mes	1.8	1.6

Tabla 10: Factores medios de variabilidad para DQO y SST

De este análisis se puede concluir que la determinación de los NEA-MTD es más efectiva cuando los valores están basados en períodos de tiempo prolongados (valores mensuales o anuales), ya que este criterio integra los factores que intervienen en el funcionamiento normal

de una fábrica, explicados al principio de esta sección. No obstante, aunque los NEA-MTD hayan sido determinados a partir de datos basados en períodos prolongados, es posible establecer límites de emisión equivalentes para períodos más cortos aplicando estos factores de variabilidad.

Teniendo en cuenta estos factores de variabilidad, la autoridad competente evaluará con mayor precisión los valores medios de emisión al agua, según los correspondientes períodos de referencia, y podrá determinar los límites de emisión en base a distintos períodos de referencia, comparándolos de manera equivalente con los valores de NEA-MTD.

Por lo general, los límites de emisión a las aguas que figuran en las AAI existentes varían considerablemente en cuanto a las unidades y los datos que se agregan, en función de los criterios que haya aplicado el órgano responsable de otorgar la autorización. Las autoridades ambientales pueden establecer los límites de emisión en valores de concentración o en factores de emisión (carga específica), en base a unos valores medios diarios, mensuales o anuales. Puesto que la forma de expresar los límites de emisión en los vertidos puede ser diferente, tanto en unidades de contaminante emitido como en períodos de tiempo de referencia, es necesario que las AAI incluyan la información relativa a las frecuencias de muestreo y los caudales asociados para poder comparar las emisiones y verificar su cumplimiento con los NEA-MTD.

### **5.3 Datos de emisión equivalentes**

Como se ha expuesto anteriormente, cuando los NEA-MTD están expresados tanto en unidades de concentración como en unidades de carga específica (para períodos promedios iguales), ambas formas de enunciar los NEA-MTD se consideran alternativas equivalentes. En los casos en los que los límites de emisión al agua están establecidos únicamente en valores de concentración y el uso eficiente del agua es un objetivo prioritario de la fábrica, es especialmente importante evaluar la equivalencia con los valores de vertido en carga específica (masa de contaminante emitida en función de la producción) para permitir mayor flexibilidad en la reducción del volumen de vertido.

#### **5.3.1 Valor de caudal asociado**

El volumen de vertido es un parámetro básico en el cálculo de las concentraciones de los contaminantes y en la determinación de las cargas contaminantes emitidas. Como se ha explicado en el apartado referente al consumo de agua (sección 3.1), cuando se establece un límite de emisión en concentración sin especificar el caudal asociado, puede ocurrir que en la evaluación del cumplimiento del límite no se tenga en cuenta la carga real emitida. En los programas de reducción de consumo de agua, los menores caudales de vertido conllevan el aumento de la concentración, sin que esto implique que la carga contaminante haya variado (incluso puede disminuir). Dado que no se incumplen los límites de vertido expresados en carga específica, cabe pensar que su valor equivalente en concentración también se mantendrá dentro del rango. No obstante, en los casos en los que el caudal receptor es muy



bajo y el vertido supone un aporte significativo, se hace necesario evaluar el cumplimiento teniendo en cuenta los niveles de calidad del medio receptor. Por tanto, es muy importante referenciar siempre los valores de concentración a sus caudales de vertido correspondientes, permitiendo establecer una equivalencia con los límites de emisión aplicables (los NEA-MTD del BREF están expresados como carga específica) para verificar su cumplimiento sin perjudicar posibles programas de reducción de consumo.

### 5.3.2 Valores en concentración y carga específica

El BREF sobre monitorización de emisiones recoge la metodología para el tratamiento de los datos obtenidos a partir de mediciones periódicas o continuas en base a los distintos periodos de tiempo. En este documento se incluyen las fórmulas para realizar el cálculo de concentraciones y cargas específicas, resumidas a continuación:

Para determinar un valor de concentración representativo durante un periodo de tiempo prolongado<sup>8</sup>, deberá calcularse el valor medio o ponderado de los resultados obtenidos para una sustancia o parámetro determinado, **referidos a un caudal asociado de agua residual**. La fórmula aplicable será la siguiente:

$$c_w = \frac{\sum_{i=1}^n c_i q_i}{\sum_{i=1}^n q_i}$$

Donde

- $c_w$  = concentración media del parámetro referido a un caudal ponderado
- $n$  = número de mediciones
- $c_i$  = concentración media del parámetro durante el periodo de tiempo
- $q_i$  = caudal medio durante el periodo de tiempo  $i$

El cálculo de la carga específica (factores de emisión mensuales o anuales) basado en frecuencias diarias de medición<sup>9</sup> se podrá hacer de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$l_{specific} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{c_i q_i}{P_i}}{n}$$

---

<sup>8</sup> BREF para monitorización de emisiones de instalaciones afectadas por la DEI (borrador final, octubre 2013), Sección 4.3.2.6

<sup>9</sup> BREF para monitorización de emisiones de instalaciones afectadas por la DEI (borrador final, octubre 2013), Sección 4.3.2.6

Donde

- $I_{\text{specific}}$  = carga específica promedio de todas las mediciones del parámetro durante un determinado periodo de tiempo (ejemplo, mes o año)
- $c_i$  = concentración del parámetro durante el periodo de tiempo  $i$  (día)
- $q_i$  = caudal medio durante el periodo de tiempo  $i$  (día)
- $p_i$  = producción durante el periodo de tiempo  $i$  (día)
- $n$  = número de mediciones

Para evaluar la relación existente entre los datos medidos de concentración y las cargas específicas calculadas<sup>10</sup> es fundamental hacer uso del caudal asociado. Se deberá hacer una evaluación conjunta de la carga contaminante que se vierte al medio receptor y el impacto que puede provocar la concentración de dicho contaminante en una determinada masa de agua. Con esto se evitará penalizar la aplicación de medidas de ahorro en los consumos de agua en aquellos casos en los que el aumento de la concentración no implica un aumento de la carga contaminante.

Normalmente las cargas de contaminantes se calculan a partir de los datos medidos de concentración. Estas cargas suelen venir expresadas en las autorizaciones como valores diarios, mensuales o anuales, determinados a partir de los factores de emisión de cada fábrica (kg de contaminante por tonelada de producto).

A continuación se resume un ejemplo para hacer el cálculo de las cargas de emisión contaminante y los factores de emisión, en este caso referidas a valores diarios.

Para calcular la carga diaria de contaminante habría que conocer los siguientes datos:

- Concentración del parámetro contaminante referido a un periodo de tiempo (ej. mg/l para una muestra compuesta de 24 horas)
- Caudal medido durante el mismo periodo de tiempo al que se refiere el valor de concentración (ej. m<sup>3</sup>/día)
- Producción neta durante el intervalo de tiempo (ej. ADt/día)

Utilizando estos datos se aplicarán las siguientes fórmulas:

$$1. \text{Carga diaria (kg /día)} = \text{Concentración}^{(1)} \text{ (mg/l)} \times \text{Caudal asociado}^{(2)} \text{ (m}^3\text{/día)} / 1000$$

$$2. \text{Carga específica (o factor de emisión) (kg /ADt)} = \text{Carga diaria (kg /día)} / \text{Producción neta diaria (Kg ADt/día)}$$

<sup>10</sup> BREF P&P, Sección 2.2.2.1.4

3. Caudal específico ( $\text{m}^3/\text{ADt}$ ) = Caudal diario / Producción neta diaria

<sup>(1)</sup>Resultados de análisis en laboratorios de muestras compuestas de 24 horas

<sup>(2)</sup>Medido con caudalímetros y referidos al mismo periodo de referencia (diario, semanal, mensual o anual)

### 5.3.3 Cálculo de las cargas específicas para períodos más largos de tiempo

Para calcular los valores medios de emisión mensuales o anuales se utilizarán también estas formulas. En el caso de los factores de emisión (o cargas específicas) referidos a periodos mensuales, se sumarán los valores diarios de carga del parámetro contaminante y se dividirán entre la producción neta mensual; para calcular los factores de emisión anuales, se sumarán todos los valores diarios de carga del parámetro contaminante durante un año y se dividirán entre la producción neta anual. Esto mismo se podrá hacer referido a períodos más cortos (ej. períodos semanales).

## 5.4 Enfoque integrado para los distintos tipos de fábricas

Para hacer una correcta evaluación de las emisiones al agua en los distintos tipos de fábricas, hay que establecer una metodología de cálculo según las características específicas de cada instalación, en función del tipo de fábrica de que se trate (integrada o no integrada). En la evaluación habrá que considerar diferentes factores, como pueden ser las materias primas utilizadas, los procesos de producción, las condiciones de operación o la calidad y diversidad de productos finales. Para determinar los límites de emisión también habrá que tener en cuenta la antigüedad de las técnicas instaladas y la posibilidad o no de llevar a cabo posibles reconstrucciones.

### 5.4.1 Fábricas no integradas, fábricas integradas y fábricas multiproducto

Para evaluar las emisiones al agua de las distintas fábricas es fundamental tener en cuenta su configuración. En una primera clasificación<sup>11</sup> de las fábricas se pueden diferenciar los siguientes tipos:

**Fábricas no integradas:** aquellas que sólo fabrican pasta o papel. Las fábricas de pasta no integradas fabrican celulosa para ser vendida, normalmente ya secada, en el mercado (pasta comercial); las fábricas de papel no integradas utilizan la pasta comprada para la producción de papel.

**Fábricas integradas:** aquellas en las que la fabricación de pasta y papel se realizan en una misma instalación. En estas fábricas no se seca la pasta antes de pasar a la línea de papel, no

---

<sup>11</sup> BREF P&P, Sección 2.1

obstante es posible usar algo de pasta adquirida externamente. El nivel de integración puede variar desde una fábrica simple de pasta mecánica y papel hasta una fábrica integrada multiproducto. Normalmente se dan los siguientes tipos de fábricas integradas:

- Fábricas de pasta química (kraft o sulfito) con producción de papel.
- Fábricas de pasta mecánica con producción de papel.
- Fábricas que producen papel a partir de fibras recicladas.
- Fábricas que mezclan pasta mecánica (o química) y procesan papel reciclado para producir papel.
- Fábricas multiproducto

**Fábrica multiproducto:** aquellas que producen una gran variedad de productos (por ejemplo, pastas químicas y mecánicas, pastas a partir de fibra reciclada, distintas calidades de papel y cartón y subproductos fibrosos derivados).

Cuando los rangos de NEA-MTD se dan exclusivamente para la producción de pasta en fábricas integradas, no se incluyen las emisiones procedentes de los procesos de fabricación de papel. Para evaluar globalmente las emisiones en estas fábricas, hay que considerar separadamente los valores de consumo y niveles emisión asociados a las MTD para la fabricación de papel y combinarlos con los valores asociados a la producción de pasta, aplicando una metodología mixta de cálculo.

En el caso de las fábricas integradas y/o multiproducto, la evaluación de las emisiones se debe hacer siguiendo el principio de las cargas aditivas de vertido<sup>12</sup>, teniendo en cuenta los niveles de emisión asociados para cada proceso individual de producción. En el BREF de pasta y papel en su anexo, explica la metodología para evaluar las emisiones en vertidos específicos de aguas residuales, utilizando ejemplos de fábricas integradas de pasta química y fábricas multiproducto. La presente guía incluye un ejemplo del cálculo y evaluación de los vertidos procedentes de una fábrica integrada multiproducto (Anexo I).

En determinados tipos de fábricas, la autoridad competente ha de llevar a cabo las evaluaciones caso por caso para establecer los correspondientes NEA-MTD en base a las MTD descritas para cada tipo de proceso. A continuación se indican los tipos de fábricas que requieren una **evaluación individualizada** para poder establecer sus límites de emisión:

- Fábricas de pasta kraft soluble.
- Fábricas de pasta sulfito soluble y pasta sulfito especial con aplicaciones químicas
- Fábricas de papel especial con un número elevado de cambios de calidades (ej.  $\geq 5$  cambios al día como media anual) o que producen calidades muy ligeras de papel ( $\leq 30$  gsm como media anual).

---

<sup>12</sup> BREF P&P, Sección 2.1.3

## 6. EMISIONES A LA ATMÓSFERA

---

### 6.1 Ámbito de aplicación de los NEA-MTD

La Decisión 2014/687/UE establece niveles de emisión asociados a las MTD para los siguientes focos:

- **Fábricas de pasta kraft:** todas las calderas de recuperación, independientemente de su capacidad, y a los hornos de cal. También se establecen NEA-MTD para los procesos de recuperación de corrientes gaseosas sulfurosas (TRS) y la incineración de los gases concentrados (GNC).
- **Fábricas de pasta al sulfito:** todas las calderas de recuperación, independientemente de su capacidad.

El resto de focos de combustión (quema de combustibles fósiles y biomasa) quedan fuera del alcance de las conclusiones MTD del BREF de pasta y papel. La directiva de emisiones industriales regula este tipo de focos en función de la capacidad y tipos de combustibles que utilicen:

Las plantas de combustión de  $> 50 \text{ MW}_{\text{th}}$  deben aplicar las técnicas descritas en el BREF de grandes instalaciones de combustión (LCP) y cumplir con los NEA-MTD que se establecen en dicho documento.

Las plantas de combustión  $< 50 \text{ MW}_{\text{th}}$  de potencia térmica nominal que utilicen residuos específicos de pasta y papel o sub-productos como combustible (ej. cortezas, determinados lodos, papel residual, rechazos) deberán aplicar los límites establecidos en la directiva de emisiones industriales. La DEI establece en la parte 3 de su anexo VI los valores límite de emisión a la atmósfera para las instalaciones de incineración de residuos, entre las que se incluyen las calderas de corteza mencionadas en el artículo 51. En la parte 4 del anexo VI vienen indicados los valores límite de emisión para la coincineración de residuos. Las plantas de combustión que puedan estar incluidas en alcance del BREF de incineración de residuos (WI) deberán aplicar los requisitos de este documento.

Cabe mencionar que las calderas de recuperación destinadas a la producción de pasta quedan excluidas de los límites de emisión para las grandes instalaciones de combustión que establece la DEI en las partes 1 y 2 del Anexo V.

Las plantas de combustión (quema de combustibles fósiles y biomasa) de  $1 - 49.99 \text{ MW}_{\text{th}}$  de potencia térmica nominal quedarán reguladas por una nueva directiva, actualmente en fase de borrador.

## 6.2 NEA-MTD para las emisiones a la atmósfera

La siguiente tabla recoge los focos de emisión al aire para los que la Decisión 2014/687/UE establece rangos de NEA-MTD. En estos focos, el operador deberá aplicar una o varias de las MTD indicadas para cada uno de ellos, asegurando que los niveles de emisión de los contaminantes de la tabla estén dentro de los rangos establecidos para cada una de estas técnicas. Los NEA-MTD pueden ser consultados directamente en las secciones de la decisión que se indican a pie de tabla.

Proceso/Actividad	Parámetro	Foco con NEA-MTD	MTD
Pasta Kraft	NO <sub>x</sub>	Calderas recuperación	22 <sup>(1)</sup>
		Horno de cal	26 <sup>(2)</sup>
		Quemadores de GNC concentrados	29 <sup>(3)</sup>
	SO <sub>x</sub>	Caldera de recuperación	21 <sup>(4)</sup>
		Horno de cal	24 <sup>(5)</sup>
		Quemadores de GNC concentrados	28 <sup>(6)</sup>
	TRS	Gases residuales débiles y concentrados capturados para prevenir emisiones difusas	20 <sup>(7)</sup>
		Calderas de recuperación	21 <sup>(4)</sup>
		Horno de cal	20 <sup>(7)</sup> , 25 <sup>(8)</sup>
		Quemadores de GNC concentrados	28 <sup>(6)</sup>
Partículas	Calderas de recuperación	23 <sup>(9)</sup>	
	Horno de cal	27 <sup>(10)</sup>	
Pasta al sulfito	NO <sub>x</sub>	Calderas de recuperación	36 <sup>(11)</sup>
	NH <sub>3</sub>		
	SO <sub>x</sub>		37 <sup>(12)</sup>
	Partículas		

<sup>(1)</sup> MTD para reducir las emisiones de NO<sub>x</sub> en calderas de recuperación de fábricas de pasta kraft (Decisión 2014/687/UE, Sección 1.2.2.2)

<sup>(2)</sup> MTD para reducir las emisiones de NO<sub>x</sub> en hornos de cal de fábricas de pasta kraft (Decisión 2014/687/UE, Sección 1.2.2.3)

<sup>(3)</sup> MTD para reducir las emisiones de NO<sub>x</sub> en la incineración de gases fuertes enviados a los quemadores de TRS de fábricas de pasta kraft (Decisión 2014/687/UE, Sección 1.2.2.4)

<sup>(4)</sup> MTD para reducir las emisiones de SO<sub>x</sub> y TRS en las calderas de recuperación de fábricas de pasta kraft (Decisión 2014/687/UE, Sección 1.2.2.2)

<sup>(5)</sup> MTD para reducir las emisiones de SO<sub>x</sub> en hornos de cal de fábricas de pasta kraft (Decisión 2014/687/UE, Sección 1.2.2.3)

<sup>(6)</sup> MTD para reducir las emisiones de SO<sub>x</sub> en la incineración de gases fuertes enviados a los quemadores de TRS de fábricas de pasta kraft (Decisión 2014/687/UE, Sección 1.2.2.4)

<sup>(7)</sup> MTD para reducir las emisiones olorosas y las emisiones de azufre total reducido originadas por los gases fuertes y débiles de fábricas de pasta kraft (Decisión 2014/687/UE, Sección 1.2.2.1)

<sup>(8)</sup> MTD para reducir las emisiones de TRS en hornos de cal de fábricas de pasta kraft (Decisión 2014/687/UE, Sección 1.2.2.3)

<sup>(9)</sup> MTD para reducir las emisiones de partículas en calderas de recuperación de fábricas de pasta kraft (Decisión 2014/687/UE, Sección 1.2.2.2)

<sup>(10)</sup> MTD para reducir las emisiones de partículas en hornos de cal de fábricas de pasta kraft (Decisión 2014/687/UE, Sección 1.2.2.3)

<sup>(11)</sup> MTD para reducir las emisiones de NO<sub>x</sub> en calderas de recuperación de fábricas de pasta al

sulfito (Decisión 2014/687/UE, Sección 1.3.2)

<sup>(12)</sup> MTD para reducir las emisiones de partículas y SO<sub>x</sub> en las calderas de recuperación de fábricas de pasta al sulfito (Decisión 2014/687/UE, Sección 1.3.2)

**Tabla 11: Focos de emisiones a la atmósfera con NEA-MTD**

Con la excepción de las emisiones de SO<sub>2</sub> y TRS del foco caldera de licor negro, los NEA MTD están expresados en medias anuales, ya sea en mg/Nm<sup>3</sup> al 6% de oxígeno y/o en kg/ADt.

Únicamente para las emisiones de SO<sub>2</sub> y TRS de la caldera de recuperación (MTD 21) se establecen NEA MTD en valores medios diarios en mg/Nm<sup>3</sup> con 6% de O<sub>2</sub>.

### 6.2.1 NEA-MTD en calderas de recuperación de fábricas de pasta kraft

Con respecto a los valores de este rango, cabe señalar que el MAGRAMA no se mostró conforme con los valores diarios de emisión de SO<sub>2</sub> y las emisiones sulfurosas en calderas de recuperación de fábricas de pasta kraft. El grupo técnico de trabajo solicitó que el valor máximo de carga específica de las emisiones gaseosas de azufre (TRS-S + SO<sub>2</sub>-S) fuese modificado por un valor de 0.21 KgS/ADt como valor medio anual (con un contenido DS<75%) y que se eliminase el valor diario de emisión de SO<sub>2</sub> por no haber información que justificase ese dato. En relación a este último punto, se hizo especial hincapié en el hecho de que los NEA-MTD expresados en valores diarios de concentración no fuesen equivalentes con los valores medios anuales, siendo este uno de los motivos por los que se solicitó la eliminación de este valor diario.

El EIPPCB consideró que la información aportada por el grupo de trabajo era suficiente para ser tenida en cuenta en el próximo proceso de revisión del BREF. No obstante, en el documento BREF actual únicamente se hace una breve referencia a la existencia de este *Dissenting View*. Finalmente la decisión establece como rango NEA-MTD el rango medio anual de 0.03-0.17 kgS/ADt para los niveles de emisión asociados a la **MTD 21**<sup>13</sup> en las calderas de recuperación con un contenido de materia seca inferior al 75% en fábricas de pasta kraft.

## 6.3 Variabilidad de las emisiones a la atmósfera

En la evaluación de las emisiones a la atmósfera también es muy importante considerar la variabilidad de los datos en función del periodo de tiempo, ya que estas emisiones varían considerablemente por los múltiples aspectos que afectan a la explotación normal de una fábrica. Por ejemplo, los cambios que puedan darse en las calidades de papel, las características del contenido de la materia prima (por ejemplo, las especies de eucalipto suelen generar emisiones más altas de partículas) o el diseño y control de los procesos de operación.

---

<sup>13</sup> MTD para reducir las emisiones de SO<sub>2</sub> y TRS procedentes de las calderas de recuperación (Decisión 2014/687/UE, Sección 1.2.2.2)

### 6.3.1 Períodos medios de referencia

Algunos rangos de NEA-MTD vienen expresados tanto en valores medios diarios como en valores medios anuales (ambos de igual aplicación). La definición del periodo de referencia en el que se basan los límites de emisión es competencia del órgano responsable de conceder la autorización. Como ya se ha explicado, en caso de que la autoridad establezca límites de emisión que estén referidos a distintos periodos de tiempo que los de los NEA-MTD, el órgano competente debe evaluar, al menos una vez al año, los resultados del control de las emisiones y verificar que no se superen los NEA-MTD en condiciones normales de funcionamiento.

Cuando los valores están referidos a largos periodos de tiempo, se da una información más completa del comportamiento ambiental de la fábrica, ya que se consideran en mayor grado las fluctuaciones típicas de las emisiones al aire en condiciones normales de operación. En el Anexo III de esta guía se resume un estudio sobre la evolución de las emisiones procedentes de tres fábricas diferentes a lo largo de un año (en las calderas de recuperación y los hornos de cal). Este estudio presenta una serie de gráficos que muestran claramente la variabilidad existente entre los valores de las muestras diarias y el valor medio anual correspondiente.

Debido a esta variabilidad, así como al insuficiente número de valores diarios proporcionados en la última revisión del BEF, se considera más representativo el criterio de evaluar los NEA-MTD en base a periodos largos de tiempo. Los valores de emisión son muy diferentes en función del periodo que se tome como referencia, por lo que las autoridades competentes han de considerar esta variabilidad en el momento de establecer límites de emisión basados en distintos periodos.

En el caso de las emisiones atmosféricas, los periodos a partir de los cuales se determinan los NEA-MTD se definen de la siguiente manera:

<b>Valor medio diario</b>	Valor medio durante un periodo de 24 horas, basado en medias horarias validadas con mediciones continuas
<b>Valor medio durante el periodo de muestreo</b>	Valor medio de tres medidas consecutivas con una duración de 30 minutos en cada medida
<b>Valor medio anual de los muestreos</b>	Valor medio de todas las medias del periodo de muestreo obtenidas durante un año
<b>Valor medio anual</b>	En caso de mediciones continuas será el valor medio de todas las medias horarias validadas. En caso de mediciones periódicas será el promedio del valor medio anual de los muestreos
<b>Valor medio anual (carga específica)</b>	Valor medio de un periodo de un año expresado como masa de sustancias emitidas por unidad de masa de productos/materiales generados o procesados
<b>Valor medio a largo plazo</b>	Valor medio anual de las mediciones continuas o valor medio de muestras tomadas durante un año (mediciones periódicas de media hora como mínimo)

Tabla 12: Periodos medios de referencia para las emisiones atmosféricas



### 6.3.2 Factores de variabilidad en función del tiempo de medición

El documento BREF incluye, en la Sección 10.2.1, el resumen de un informe remitido por el MAGRAMA donde se explica la variabilidad de las emisiones diarias a lo largo de un año. Este informe se desarrolla en mayor profundidad en el anexo III de la presente guía, con el fin de exponer los aspectos que hay que considerar en la evaluación individualizada de las emisiones procedentes de las calderas de recuperación y de los hornos de cal, atendiendo a su variabilidad en función del periodo de tiempo. En este análisis se concluyen los siguientes factores de variabilidad<sup>14</sup>:

Variabilidad de las emisiones al aire en calderas de recuperación					
Variabilidad media día/año	Partículas	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	TRS	SH <sub>2</sub>
	1.85	1.28	2.42	2.77	2.16

Tabla 13: Factores de variabilidad día/año en calderas de recuperación

Variabilidad de las emisiones al aire en hornos de cal					
Variabilidad media día/año	Partículas	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	TRS	SH <sub>2</sub>
	2.00	1.68	2.82	2.3	2.37

Tabla 14: Factores de variabilidad día/año en hornos de cal

De este estudio también se concluye que la determinación de los NEA-MTD es más objetiva cuando los valores están referidos a períodos de tiempo prolongados (valores medios mensuales o anuales), ya que así se evalúa una información más completa y representativa del funcionamiento normal de la instalación. Como se ha explicado en el apartado 5.2, se asume como criterio general que las medias referidas a períodos cortos de tiempo tienen un factor de variabilidad más elevado que las medias basadas en períodos más largos. Teniendo en cuenta estos factores de variabilidad, la autoridad competente puede evaluar con mayor precisión los valores medios de emisión al aire en base a distintos períodos de referencia (diarios, mensuales y anuales), asegurando la equivalencia entre los valores cuando los límites puedan estar referidos a distintos periodos de de tiempo.

## 6.4 Datos de emisión equivalentes

En el caso de las emisiones atmosféricas, también es necesario poder establecer la equivalencia entre los valores de carga específica y valores de concentración, por lo que es

<sup>14</sup> BREF P&P, Sección 10.2.1

imprescindible asociar el caudal de los gases de salida. Como ya se ha señalado, en el control de las emisiones se debe especificar la metodología de medición, las frecuencias asociadas y los procedimientos de evaluación.

Las condiciones de referencia que se han utilizado para la elaboración de los NEA-MTD incluyen siempre un porcentaje de oxígeno de referencia. Cuando se aplique un nivel de O<sub>2</sub> diferente al que se asocia a los niveles de emisiones de las conclusiones, se debe utilizar la siguiente fórmula de conversión:

$$E_R = (21 - O_R / 21 - O_M) \times E_M$$

Donde:

- E<sub>R</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>): concentración de emisiones referidas al nivel de O<sub>2</sub> de referencia O<sub>R</sub>
- O<sub>R</sub> (vol %): nivel de oxígeno de referencia
- E<sub>M</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>): concentración de las emisiones medidas referidas al nivel de O<sub>2</sub> de referencia O<sub>M</sub>
- O<sub>M</sub> (vol %): nivel de O<sub>2</sub> medido

Los resultados de la monitorización de las emisiones suelen venir expresados en valores de concentración másica (mg/Nm<sup>3</sup>) para un período de tiempo determinado y referidos a condiciones estándar y un porcentaje de oxígeno determinado. En el documento BREF, salvo excepciones que pueda haber especificadas, las condiciones normalizadas de las mediciones de volumen de caudal y concentración de los gases de salida están referidas a las siguientes condiciones:

<b>Caudal volumétrico (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	Caudal referido a un % volumétrico de O <sub>2</sub> asociado al foco de emisión en condiciones estándar.
<b>Concentración (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	Concentración de una sustancia gaseosa (o mezcla de varias sustancias) referida a condiciones de gas de salida en seco con un determinado % de O <sub>2</sub> asociada al foco de emisión/combustible en condiciones estándar.
<b>Condiciones estándar</b>	Temperatura de 273.15 K (0 C), Presión de 101.3 kPa y gas seco (ej. tras la sustracción del contenido de vapor de agua).

#### 6.4.1 Valores en concentración y carga específica

Los valores de emisión expresados en concentración deben tener asociada la información necesaria para poder convertir estos valores a factores de emisión (valores de carga específica en kg/t AD). Por ejemplo, para calcular la carga específica de un contaminante a partir de sus valores medios anuales de concentración es necesario conocer los siguientes datos:

- Concentración media anual (mg/Nm<sup>3</sup>)
- Caudal medio horario del gas de salida (Nm<sup>3</sup>/hora)

- Tiempo de operación al año (horas/año)
- Producción neta anual (ADt/año)

Al hacer el cálculo de las cargas de contaminantes emitidas (ej. kg NO<sub>x</sub>/ADt) se tiene que medir simultáneamente la concentración, el caudal volumétrico asociado (referido a las mismas condiciones de presión, temperatura y contenido de O<sub>2</sub>) y el periodo de tiempo de operación.

Normalmente se miden los datos medios de concentración y a partir de estos se calculan los valores de las cargas de contaminantes. En las autorizaciones, estas cargas suelen venir expresadas como valores diarios, mensuales o anuales, determinadas a partir de los factores de emisión de cada fábrica (kg de contaminante por tonelada de producto).

Para calcular la carga específica a partir de la concentración habrá que realizar los siguientes cálculos<sup>15</sup>:

1. Volumen anual de gas de salida (Nm<sup>3</sup>/año)= Caudal medio horario del gas de salida (Nm<sup>3</sup>/hora) x Tiempo de operación al año (horas/año)
2. Emisiones de contaminante al año (kg/año)= Concentración media anual (mg/Nm<sup>3</sup>) x Volumen anual del gas de salida (Nm<sup>3</sup>/año)
3. **Carga específica (o factor de emisión)** (kg/ADt)= Emisiones de contaminante al año (kg/año) x Producción neta anual (ADt/año)
4. Volumen del gas de salida (Nm<sup>3</sup>/ADt)= Volumen anual de gas de salida (Nm<sup>3</sup>/año) x Producción neta anual (ADt/año)

## 6.5 Enfoque integrado para los distintos tipos de fábricas

Para evaluar correctamente el rendimiento de las técnicas que aplica una determinada fábrica, no sólo hay que tener en cuenta los **factores de variabilidad** mencionados en el apartado 6.1, sino también los posibles **efectos transversales** que se pueden dar por el uso simultáneo de varias técnicas. Los continuos cambios en las condiciones de operación (por ejemplo, cambios en el tipo de combustible que entra en los hornos) influyen directamente en los rendimientos de reducción de contaminantes, pero también es posible que la reducción de un determinado parámetro al que se ha dado prioridad repercuta en la disminución de otro. Por estas razones, los procesos y los focos de emisión no pueden ser evaluados de manera aislada. Un enfoque integrado permite evaluar los niveles de emisión en función de las características de cada instalación, haciendo un balance objetivo de todos los parámetros.

<sup>15</sup> BREF P&P, Sección 2.2.2.2.5

### 6.5.1 Efectos transversales en las calderas de recuperación

En el caso de las emisiones procedentes de las calderas de recuperación, existe una dependencia entre el contenido de sólidos del licor negro y las emisiones de NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub>.

Por un lado, cuando se concentra el contenido de materia seca en el licor negro, antes de ser quemado, se reducen las emisiones de SO<sub>x</sub> al mismo tiempo que se optimiza el rendimiento de la caldera. Esto sucede gracias a un proceso de evaporación que provoca el aumento de la temperatura de combustión y favorece la reacción entre el Na del licor negro y el SO<sub>2</sub>, generándose Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y disminuyendo consecuentemente las emisiones de SO<sub>2</sub>. Sin embargo, el aumento de la temperatura en la caldera favorece también la formación térmica de NO<sub>x</sub>, lo que provoca un aumento de las emisiones de este parámetro. Con respecto a los NEA-MTD para las emisiones en las calderas de recuperación, la decisión incluye la siguiente referencia; "Aumentar el contenido de materia seca (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".

Por otro lado, las emisiones de NO<sub>x</sub> también pueden verse afectadas por el contenido de nitrógeno en el licor negro y en otras corrientes de alimentación como pueden ser los gases no-condensables. En estas situaciones, es preciso evaluar los rendimientos de reducción de cada uno de estos parámetros teniendo en cuenta la relación existente entre ambos.

### 6.5.2 Tipos de combustibles

Otro factor determinante es el tipo de combustibles con los que se alimentan los distintos focos de combustión. De este modo, las conclusiones MTD establecen unos valores superiores a los rangos de emisiones de NO<sub>x</sub> cuando se queman biocombustibles líquidos en los hornos de cal. En el caso de las emisiones procedentes de los hornos de cal, los niveles de SO<sub>x</sub> también pueden ser superiores si se queman los gases concentrados (GNC).

## 7. GESTIÓN DE RESIDUOS

La cantidad y naturaleza de los residuos que se generan son muy variables en función del tipo de fábrica, la calidad de papel producida, las materias primas empleadas y las técnicas de proceso aplicadas. De acuerdo a la Decisión 2014/687/UE en su apartado 1.7.3 las técnicas para prevenir la generación de residuos y para su gestión son:

Técnica	Descripción
Sistemas de evaluación y gestión de residuos	Los sistemas de evaluación y gestión de residuos se utilizan para identificar opciones viables para optimizar la prevención, la reutilización, la recuperación, el reciclado y la eliminación final de residuos. Los inventarios de residuos permiten identificar y clasificar el

	tipo, las características, las cantidades y el origen de cada fracción de productos de desecho.
Recogida por separado de distintas fracciones de residuos	La recogida por separado de distintas fracciones de residuos en los puntos de origen y, si se considera apropiado, su almacenamiento intermedio puede aumentar las opciones de reutilización o reciclaje. La recogida por separado también incluye la segregación y clasificación de las fracciones de residuos peligrosos (por ejemplo, aceites y grasas, aceites hidráulicos y de transformador, baterías, material eléctrico inservible, disolventes, pinturas, biocidas o residuos químicos).
Combinación de fracciones de residuos adecuadas	La combinación de fracciones de residuos apropiadas depende de las opciones de reutilización y reciclaje preferidas, del tratamiento subsiguiente y de la eliminación.
Pre-tratamiento de los residuos del proceso antes de la reutilización o el reciclado	El pre-tratamiento comprende técnicas como las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación de agua, por ejemplo de lodos, corteza o desechos y, en algunos casos, secado para mejorar la facilidad de reutilización (por ejemplo, para aumentar el contenido calórico antes de la incineración), o bien</li> <li>• Eliminación de agua para reducir el peso y el volumen de transporte. Para la eliminación de agua se utilizan prensas de correa, de tornillo, centrifugadoras de decantación o prensas de filtro con cámara,</li> <li>• Aplastamiento o desgarramiento de los residuos, por ejemplo de procesos de RCF y eliminación de componentes metálicos, para mejorar las características de combustión antes de la incineración,</li> <li>• Estabilización biológica antes de la eliminación de agua, si se prevé el uso agrícola.</li> </ul>
Recuperación de materiales y reciclaje de residuos del proceso en la planta	Los procesos de recuperación de materiales comprenden técnicas como las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Separación de fibras de las corrientes de agua y recirculación hacia la alimentación,</li> <li>• Recuperación de aditivos químicos, pigmentos de estucado, etc.,</li> <li>• Recuperación de compuestos de cocción por medio de calderas de recuperación, caustificación, etc.</li> </ul>
Recuperación de energía en la planta o fuera de ella a partir de residuos de contenido orgánico elevado	Los restos del descortezado, la trituración, la filtración, etc., como corteza, lodos de fibras u otros residuos principalmente orgánicos se queman por su contenido calórico en incineradores o en centrales eléctricas de biomasa para recuperar la energía.
Utilización externa de materiales	La utilización de residuos adecuados de la producción de pasta y papel puede interesar a otros sectores industriales; por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Combustión en hornos o mezcla con materias primas en la fabricación de cemento, cerámica o ladrillos (incluye también la recuperación de energía),</li> <li>• Compostaje con lodos de papel o dispersión de fracciones de residuos adecuadas para la agricultura,</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de fracciones inorgánicas (arena, piedras, grava, cenizas, cal) para la construcción, como pavimentos, carreteras, revestimientos, etc.</li> </ul> <p>La idoneidad de las fracciones de residuos para el uso fuera de la planta está determinada por su composición (por ejemplo, contenido inorgánico o mineral) y por la prueba de que la operación de reciclaje prevista no es dañina para el ambiente o para la salud.</p>
Pre-tratamiento de fracciones de residuos antes de la eliminación	El pre-tratamiento de los residuos antes de su eliminación comprende medidas (eliminación de agua, secado, etc.) que reducen el peso y el volumen para el transporte o la eliminación.

En algunos casos se lleva a cabo la separación mecánica de los materiales que llegan a fábrica con el papel recuperado que será empleado como materia prima. En estas fábricas se pueden obtener fracciones puras de materiales que dispongan de su propio LER, como puede ser los casos de residuos específicos para los plásticos (LER 200139) o hierro y acero (LER170405).

Después de la minimización y la reutilización, la valorización mediante el reciclaje o el aprovechamiento energético son las mejores vías que se pueden considerar para la gestión de estos residuos.

La recuperación energética mediante la incineración de los residuos de producción es una de las técnicas incluidas en la MTD 6<sup>16</sup> sobre eficiencia energética, y la Directiva Marco de Residuos reconoce esta alternativa como preferible frente al vertedero.

La aplicación de los residuos orgánicos biodegradables como abono en suelos agrícolas es una forma de reciclaje muy extendida. Se puede generar compost a partir del tratamiento de los lodos de depuración y del proceso productivo, residuos de corteza y madera, lodos de lejías verdes, residuos del reciclado de papel o desechos y lodos de fibras. También es posible utilizar los lodos esparciéndolos de forma directa sobre los terrenos agrícolas, sin necesidad de transformarlos, en función de la caracterización de estos lodos y después de haber sido tratados adecuadamente. Para el uso agrícola de estos lodos se deben tener en cuenta sus características físico-químicas (es decir, su composición química, la cantidad de nutrientes, la ausencia de contaminantes, su higroscopicidad, su consistencia, su textura, etc.) y en algunos casos puede que se tenga que hacer una transformación previa que asegure la consistencia adecuada para su extendido sobre el suelo sin afectar los procesos biológicos del mismo.

<sup>16</sup> MTD para reducir el consumo de combustible y energía en las fábricas de pasta y papel

Respecto a lo indicado en el párrafo anterior relativo al compost y a la utilización de los lodos de forma directa, para su consideración deberá estar de acuerdo con la normativa vigente en la materia a nivel estatal y de la Comunidad Autónoma dónde se lleve a cabo.

La guía de gestión de residuos para fábricas de pasta, papel y cartón, publicada por ASPAPEL en diciembre de 2008 ofrece una herramienta muy útil para evaluar la gestión de los residuos de este sector en España.

BORRADOR

## ANEXO I: EVALUACIÓN DE LAS EMISIONES AL AGUA EN UNA FÁBRICA INTEGRADA MULTIPRODUCTO

**Ejemplo de fábrica multiproducto: una planta integrada de pasta kraft y papel, una planta CTMP y una fábrica de pasta y papel RCF**

Este ejemplo, incluido en el BREF como Anexo 10.1, consiste en una fábrica multiproducto que produce pasta blanqueada kraft y papel fino no estucado, pasta CTMP, papel estucado con pasta mecánica y pasta y papel RCF destinados. Los efluentes procedentes de todas las áreas se mezclan antes de ser enviadas para tratamiento primario y biológico. Para evaluar el comportamiento medioambiental de la fábrica, se miden las concentraciones contaminantes y el caudal correspondiente en el punto final de vertido del agua residual.

La Tabla 16 muestra el perfil de producción, la producción neta (2008) y la capacidad instalada de la fábrica:

Tipo de producción	Capacidad producción [tAD/día]	Producción neta [tAD/día]
Pasta kraft blanqueada de fibra larga y de fibra corta a partir de coníferas y frondosas (la mayor parte de la pasta se utiliza para la producción de papel en la propia planta)	1.320	1.200
Pasta CTMP (toda la pasta se utiliza para la producción de papel con pasta mecánica en la propia planta)	225	207
Papel fino no estucado sin pasta mecánica	1.345	1.077
Papel estucado con pasta mecánica	830	600
Papel a partir de papel recuperado con DIP	370	312
Producción neta total (papel y algo de pasta de mercado); parte de la pasta se compra para alcanzar el balance de fibra requerido)	2.570	2.047

*Fuente: Instituto de Biopolímeros y Fibras Químicas, Laboratorio de Protección Medioambiental, Lodz, Polonia, 2009*

**Tabla 15: Perfil de producción de una fábrica multiproducto**

### **Cálculo de las emisiones para vertidos específicos de aguas residuales:**

Se presenta como ejemplo el método de cálculo de las emisiones de DQO. La tabla 17 relaciona las NEA-MTD actuales para la DQO para los tipos de producción enumerados anteriormente.



Tipo de producción	NEA-MTD <sub>DQO</sub> [kg/tAD]	Valores de NEA-MTD <sub>DQO</sub> usados para los cálculos [kg/tAD]
Pasta kraft blanqueada	7 - 20	Corresponde a la autoridad local competente decidir si se aplica el valor inferior o superior de las NEA-MTD o alguno intermedio (véase, por ejemplo, los puntos I y II a continuación)
Papel fino no estucado (sin pasta mecánica)	0,15 - 1,5	
Pasta y papel mecánicos integrados	0,9 - 4,5	
Pasta RCF integrada con DIP & papel	0,9 - 3,0	

Tabla 16: NEA-MTD para DQO de distintos tipos de producción en una fábrica multiproducto

I. Cálculo basado en el extremo superior del rango de las NEA-MTD para la DQO:

Ecuación <sup>(1)</sup>:  $Carga_{DQO} = 1.200 \times 20 + 1.077 \times 1.5 + 600 \times 4.5 + 312 \times 3 = 29.251.5 \text{ kg/día}$

Ecuación <sup>(2)</sup> utilizando valores de caudal dentro de los rangos de caudal mostrados en las Secciones 3.2, 7.2, 5.2 y 6.2 del BREF de pasta y papel. Los caudales de aguas residuales utilizados a modo de referencia se encuentran dentro de los niveles de funcionamiento ambiental asociados a la MTD 5 (BREF 2013, Sección 8.1.3).

$\Sigma caudal = 1.200 \times 40 + 1.077 \times 12.5 + 600 \times 16 + 312 \times 11.5 = 74.651 \text{ m}^3/\text{día}$

El cálculo del caudal de acuerdo a la Ecuación <sup>(2)</sup> y aplicando la Ecuación <sup>(1)</sup> proporciona una concentración de DQO correspondiente de 390 mg/l. Otros lectores podrán preferir trabajar sólo con cargas totales y los caudales correspondientes.

II. Cálculo basado en el extremo inferior del rango de las NEA-MTD:

Ecuación <sup>(1)</sup>:  $Carga_{DQO} = 1.200 \times 7 + 1.077 \times 0.15 + 600 \times 0.9 + 312 \times 3 = 10.037.55 \text{ kg/día}$

Considerando el mismo caudal que se calculó anteriormente, se puede determinar una concentración de DQO correspondiente de alrededor de 135 mg/l para esta fábrica multiproducto individual.

Las emisiones para el resto de los parámetros de contaminantes, como la DBO, TSS, AOX, tot-P, tot-N, y caudal específico de aguas residuales, se pueden calcular de la misma manera que se ha demostrado en el ejemplo de la DQO.

## ANEXO II: ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE LOS VERTIDOS AL AGUA EN FUNCIÓN DE LOS PERÍODOS DE TIEMPO

El estudio que se detalla en este anexo fue presentado por el MAGRAMA durante la revisión del BREF P&P con el objeto de analizar las diferencias que se dan en las emisiones a lo largo del tiempo (en base a periodos diarios, mensuales o anuales). Los resultados y conclusiones de este estudio están resumidos en la Sección 10.2.1 del BREF.

Como se ha expuesto en el Capítulo 5 de esta guía, los niveles de emisión al agua procedentes de las fábricas de pasta, papel y cartón, varían significativamente a lo largo del tiempo. En la Sección 5.2 se explica que la consideración de periodos prolongados de tiempo proporciona una información más completa, de cara hacer una evaluación de los niveles de emisión asociados a las MTD que aplica una determinada fábrica, ya que este criterio integra los distintos factores que intervienen en el funcionamiento normal de la instalación y, en consecuencia, en sus emisiones. Además, las diferencias que se dan entre los valores medios diarios son considerablemente superiores a las diferencias que hay entre los valores medios de muestreos basados en periodos más largos (mensuales o anuales). Para comparar los niveles de emisión referidos a distintos periodos, se puede establecer la equivalencia entre las emisiones haciendo uso de los factores de variabilidad.

### Factores de variabilidad

En este estudio los factores de variabilidad se definen de la siguiente manera:

- **Factor de variabilidad día/año:** indica la variabilidad entre los valores obtenidos a partir de muestras diarias y su valor medio anual correspondiente. Se calcula como la relación entre los valores máximos diarios y el valor medio anual.
- **Factor de variabilidad mes/año:** indica la variabilidad entre los valores medios mensuales y su valor medio anual correspondiente. Se calcula como la relación entre el valor máximo de las medias mensuales y el valor medio anual.
- **Factor de variabilidad día/mes:** indica la variabilidad entre los valores obtenidos a partir de muestras diarias y su valor medio mensual correspondiente. Se calcula como la relación entre los dos factores de variabilidad mencionados arriba.

Las variaciones a lo largo del tiempo son inevitables, de manera que pueden ser mitigadas pero no eliminadas. Entre las distintas causas que originan estas variaciones se incluyen:

#### 1. Variabilidad debida a la existencia de stocks intermedios en los procesos de producción

La existencia de stocks intermedios (necesarios para explotar la planta correctamente) implica cambios en los ratios de salida de las diferentes secciones, siendo estos diferentes de los

productos finales, los cuales son los únicos que se consideran en el cálculo de las cargas específicas.

Por ejemplo, en una fábrica de pasta kraft suelen darse las siguientes circunstancias varias veces al año:

- Parada por mantenimiento de la planta de blanqueo, mientras que la producción continúa en la máquina de secado (la producción vendible sigue siendo la misma). Puesto que la actividad de blanqueo genera la mayor parte de contaminación al agua, durante este período de tiempo los valores de carga específica son muy bajos.
- Parada por mantenimiento de la planta de secado, mientras que la producción continúa en otras secciones. Prácticamente no hay variación en la carga total del vertido pero, sin embargo, se produce un aumento significativo de las cargas específicas debido a que la producción disminuye.

Esto mismo ocurre en las fábricas de papel, donde la mayor parte de agua residual se genera en las máquinas de papel. El almacenamiento de bobinas de papel, a la espera de las actividades de estucado o acabado, puede ocasionar diferencias entre la cantidad de papel producido y la cantidad de papel vendible (ya que los stocks intermedios son variables). Las paradas de la estucadora o de la sección de transformado, cuando se mantiene la producción en la máquina de papel, conlleva un aumento de las cargas específicas. Del mismo modo, la parada por mantenimiento de la máquina de papel, cuando se mantiene la producción en el resto de secciones, conlleva una disminución de las cargas específicas.

Este tipo de variaciones en los procesos de producción provocadas por los stocks intermedios, afectan principalmente a los valores diarios, ya que no suponen alteración alguna en la evaluación de las medias mensuales o anuales. Esto es debido a que las variaciones en los stocks no son significativas en el marco de la producción mensual.

En las fábricas integradas las paradas por mantenimiento de las producciones de pasta o papel provocan variaciones en los porcentajes de caudal residual atribuibles a cada proceso y, por tanto, modifican las características del vertido final (puesto que las propiedades de cada corriente son muy diferentes).

## 2. Variabilidad debida a las diferencias en la materia prima

Las fábricas de pasta reciben madera procedente de distintas regiones y países. Las características de este producto natural pueden variar debido a factores como las propiedades del suelo o el clima donde crecen las especies. Las diferencias entre las maderas provocan variaciones en los procesos de cocción y en los índices de kappa de la pasta resultante. Además, estas variaciones provocan cambios en las cargas de DQO y DBO<sub>5</sub> en las aguas procedentes del blanqueo y vertido final de la fábrica.

Del mismo modo, el papel recuperado es otra materia prima que puede variar y generar cambios inevitables en el proceso.

Este tipo de variaciones se dan debido a causas naturales (condiciones climáticas y geográficas) o en función de las características de los materiales recuperados, y pueden ocasionar variaciones significativas cuando se evalúan las emisiones medias diarias y mensuales.

### **3. Variabilidad debida a los cambios en las calidades de pasta y papel**

En algunos casos, cuando se producen cambios en las calidades de pasta y papel se requiere que los circuitos de aguas blancas sean vaciados y limpiados, lo que genera un aumento importante de la carga contaminante vertida. Esto se hace particularmente significativo en la producción de papeles especiales y coloreados.

La frecuencia y alcance de los cambios en las calidades de papel producido, así como su planificación y frecuencia relativa, dependen de una gran cantidad de factores de mercado. El personal de la fábrica tendrá que considerar diferentes aspectos y evaluar una serie de alternativas como, por ejemplo, agrupar calidades similares en una misma mezcla de producción, planificar los cambios de manera que se minimicen los ciclos de lavado o especializarse en determinados tipos de productos.

Las fábricas de pasta especial que operan durante todo el año también tienen que vaciar sus circuitos cuando cambian las fibras procesadas.

Estas variaciones debidas a los cambios en las calidades de los productos elaborados son significativas cuando se evalúan las medias diarias, y en algunos casos pueden ser relevantes si se consideran medias mensuales.

Como buena práctica se recomienda que, cuando la fábrica vaya a hacer un cambio significativo en la producción, se informe a la planta de tratamiento de agua residual para que puedan adoptar las medidas apropiadas que aseguren la calidad del vertido.

### **4. Variabilidad debida a los procesos de operación y control**

Estas variaciones dependen del diseño de la instalación, la manera en que se opera, los sistemas de control existentes y de la formación, sensibilización y motivación de los trabajadores. La implantación de Sistemas de Gestión Ambiental contribuye a reducir estas variaciones. Sin embargo las variaciones debidas al diseño de la fábrica suelen ser imposibles de corregir.

### **5. Variabilidad debida al rendimiento de la planta de tratamiento de agua residual**

Por lo general, las plantas de tratamiento de aguas han reducido la variabilidad que puede darse en la calidad de las aguas tratadas. La existencia de lagunas o tanques de emergencia para recoger vertidos accidentales antes de llegar a las plantas de depuración, evita que se produzcan daños al tratamiento secundario o que se generen vertidos que puedan superar determinados valores límite. Además, la homogeneización del efluente que entra en la planta

de tratamiento (en tanques, piscinas, etc.) puede mejorar considerablemente el rendimiento y reducir las variaciones de las características del vertido.

También pueden darse fallos de funcionamiento en la planta de tratamiento biológico o en el decantador secundario. El proceso de lodos activos es sensible a las perturbaciones, incluidas aquellas con las relacionadas con cambios meteorológicos, y por lo tanto tiene riesgo de funcionar de manera inestable. El fenómeno de lodos flotantes asociado al “bulking” es un ejemplo de este tipo de factores.

La medida más eficaz para reducir la variabilidad es, sin lugar a dudas, la implementación de las MTD genéricas en todos los procesos.

En un primer análisis, se ha hecho una comparación entre los valores específicos medios mensuales y anuales de 32 fábricas en España, que representan el 66% de la producción nacional. Los factores de variabilidad mes/año que se obtuvieron al considerar como valor representativo una frecuencia relativa del 80% son los siguientes:

- **Variabilidad mes/año para DQO = 1.7**
- **Variabilidad mes/año para SST = 2.3**

En un segundo análisis, se han estudiado las emisiones diarias de 8 fábricas. Utilizando el mismo criterio de representatividad, los factores de variabilidad día/año resultaron ser los siguientes:

- **Variabilidad día/año para DQO = 3.1**
- **Variabilidad día/año para SST = 3.8**

Estos factores son elevados debido al impacto significativo de los valores punta que se recogieron al analizar estos parámetros. La causa de los valores punta se debe a las fluctuaciones de los procesos industriales y de los rendimientos de las plantas de tratamiento, las cuales, a pesar de ser inevitables, no se pueden considerar como representativas de las condiciones normales de operación.

En este segundo estudio se analizó en mayor profundidad la variabilidad día/año eliminando la distorsión causada por estos valores punta.

#### **ANÁLISIS DE VARIABILIDAD DÍA/AÑO UNA VEZ SE HAN ELIMINADO LOS VALORES PUNTA**

En este análisis se utilizaron datos de 4 instalaciones que fabrican los siguientes productos:

- Pasta Kraft blanqueada
- Pasta kraft parcialmente integrada con papel estucado
- Papel de embalaje destintado
- Papel estucado

Las cuatro fábricas son de gran tamaño y aplican las MTD descritas en el BREF. Los valores de emisión de sus aguas residuales se encuentran dentro de los rangos NEA-MTD del BREF, tal y como se muestra en la tabla 1.

El análisis se centra exclusivamente en los parámetros DQO y SST, ya que el parámetro DBO se comporta de manera similar al de DQO y únicamente en una de las cuatro fábricas se llevan a cabo mediciones diarias de DBO.

Para el cálculo del valor medio anual se han utilizado todos los valores recogidos. Los valores más altos no fueron considerados en el análisis, de manera que el 5% de las lecturas correspondientes al año de estudio fueron descartadas. Esta figura del 5% fue escogida en base al análisis que se hizo sobre el rango de distribución de cada parámetro. Se podría haber tomado un valor más alto, disminuyendo así el factor de variabilidad, pero esto hubiese significado que las fábricas podrían exceder los valores diarios en un número superior de días.

La tabla 1 contiene las emisiones en cargas específicas de las cuatro tablas y una comparación con los rangos del BREF de julio de 2000):

		Producción (t)	Caudal (m <sup>3</sup> /t)	TSS (kg/t)	DQO (kg/t)
Fábrica 1	Pasta kraft blanqueada	385.000 ADt	27.86	2.72	11.15
	Rango del BREF	-	30 - 50	0.6 – 1.5	8 - 23
Fábrica 2	Pasta y papel	232.000 ADt 154.000 t	23.48	0.65	7.17
	Rango del BREF	-	22 - 36	0.44 - 1.1	5 – 14.4
Fábrica 3	Papel de embalaje	670.000 t	4.53	0.5	1.04
	Rango del BREF	-	8 - 15	0.1 – 0.3	2 - 4
Fábrica 4	Papel estucado	152.000 t	8.43	0.24	1.71
	Rango del BREF	-	10 - 15	0.2 – 0.4	0.5 - 2

Tabla 17: Emisiones al agua de las fábricas

La tabla 2 contiene los valores medios anuales, mensuales y diarios de las cargas específicas de las cuatro fábricas:

	TSS kg/t			DQO kg/t		
	Anual	Mensual	Diario	Anual	Mensual	Diario
Fábrica 1	2.72	4.37	7.25	11.15	12.82	17.12
Fábrica 2	0.65	0.9	1.55	7.17	7.95	14.25
Fábrica 3	0.5	0.58	1.07	1.04	1.15	1.85
Fábrica 4	0.24	0.39	0.53	1.71	2.08	2.65

**Tabla 18: Medias anuales, mensuales y diarias de las cargas específicas**

Para el cálculo de las medias mensuales y anuales se tuvo en cuenta el 100% de las lecturas, mientras que para el cálculo de las medias diarias sólo se tuvo en cuenta el 95% de las lecturas diarias (los valores más altos fueron descartados).

Los factores de variabilidad día/año de estas cuatro fábricas están recogidos en la tabla 3:

	<b>TSS</b>	<b>DQO</b>
Fábrica 1	2.67	1.53
Fábrica 2	2.38	1.99
Fábrica 3	2.14	1.78
Fábrica 4	2.21	1.55
<b>VALOR MEDIO</b>	<b>2.34</b>	<b>1.7</b>

**Tabla 19: Factores de variabilidad de las emisiones**

La diferencia entre los factores de variabilidad es pequeña (menos de un 10%) por lo que se puede tomar como un valor válido. Utilizando el mismo criterio de representatividad que en el análisis anterior (descartando el 5% de las lecturas, correspondientes a los valores punta), los factores de variabilidad para el sector de pasta, papel y cartón serán:

- **Variabilidad día/año para DQO = 1.8**
- **Variabilidad día/año para SST = 2.4**

## CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE VARIABILIDAD

La variabilidad de las características de los vertidos en base al período de tiempo es significativa e inevitable por lo que debería ser evaluada cualitativa y cuantitativamente, atendiendo a un criterio de representatividad.

El estudio demuestra la importancia que tiene la diferencia existente entre los valores medios de emisión al agua en función de si se basan en períodos anuales, mensuales o diarios. Esta diferencia se ve incrementada cuando se analizan muestreos aleatorios (siendo el período de muestreo de 10 minutos). Por lo tanto, para evaluar de manera precisa los niveles de emisión a las aguas, se hace imprescindible indicar los períodos medios de tiempo correspondientes a los valores de emisión. Si no se tiene en cuenta este período referencia, el dato carecerá de valor en el momento de evaluar el rendimiento de una técnica específica o hacer una comparación entre fábricas similares.

Con este estudio, se refuerza el razonamiento sobre la idoneidad de utilizar períodos prolongados de tiempo (por ejemplo, medias anuales) para determinar los NEA-MTD, ya que

este criterio es más efectivo a la hora de evaluar los beneficios ambientales de una determinada fábrica. De hecho, la mayoría de los valores del BREF en vigor corresponden a valores anuales. Esto no descarta que en próximas revisiones del BREF se incluyan datos basados en períodos más cortos, siendo útil para esto la información contenida en el presente anexo, la cual fue remitida en la última revisión.

Mediante la aplicación de los factores de variabilidad se puede establecer objetivamente la equivalencia entre los niveles de emisión cuando éstos están referidos a distintos períodos de tiempo.

En el apartado 5.2 de la presente guía se explican los aspectos que hay que considerar para evaluar correctamente los valores diarios de emisión o establecer límites diarios, resaltando la importancia de considerar las diferencias significativas que se dan entre las medias diarias y las medias mensuales.

En España, un ejemplo del trato que se da a esta variación puede verse del Acuerdo Voluntario firmado entre el MAGRAMA y ASPAPEL, en el cual se toleran valores hasta un 50% más en las cargas medias diarias, respetando en todo caso los objetivos de calidad del cauce receptor.

Esta tabla recoge los factores de variabilidad resultantes del análisis para los siguientes parámetros, teniendo en cuenta que se han excluido el 5% de los valores leídos (considerados valores punta).

	<b>TSS</b>	<b>DQO</b>
<b>Variabilidad día/año</b>	2.4	1.8
<b>Variabilidad día/mes</b>	1.8	1.6

Estos factores de variabilidad aumentan si se consideran valores de muestreos aleatorios.



## ANÁLISIS DETALLADO DE LAS FÁBRICAS

A continuación se detallan los resultados del análisis en cada una de las 4 fábricas:

### FÁBRICA 1 PASTA KRAFT BLANQUEADA

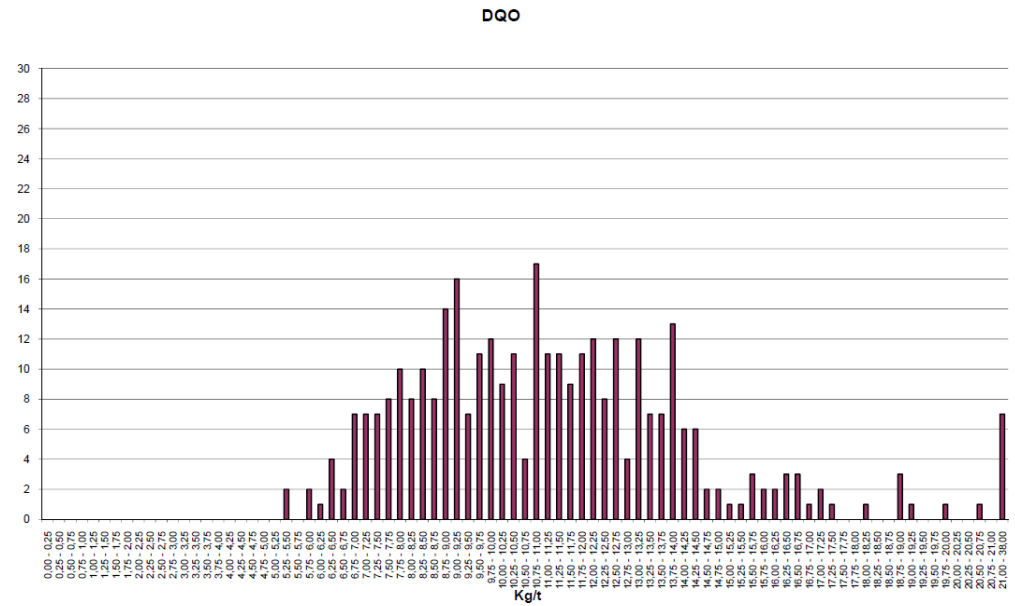
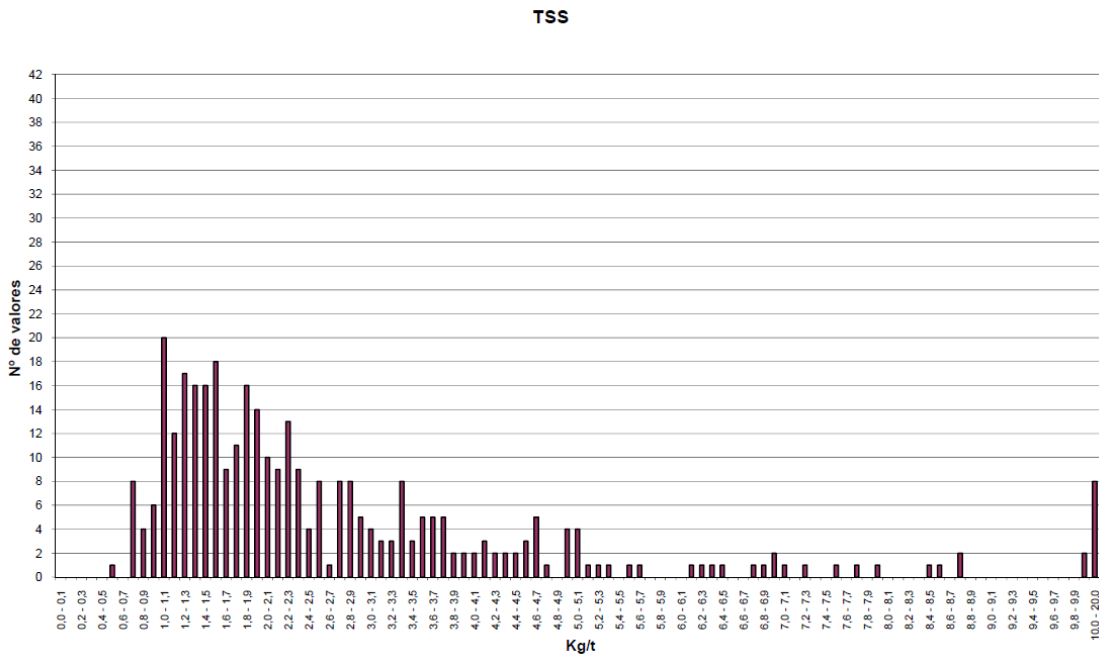
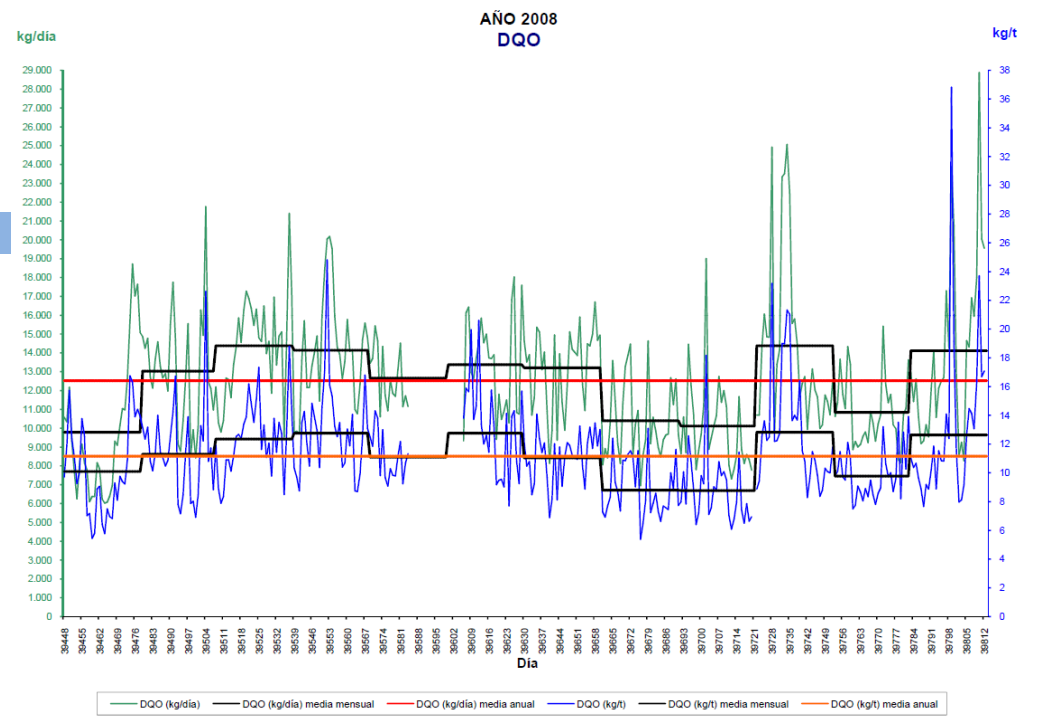
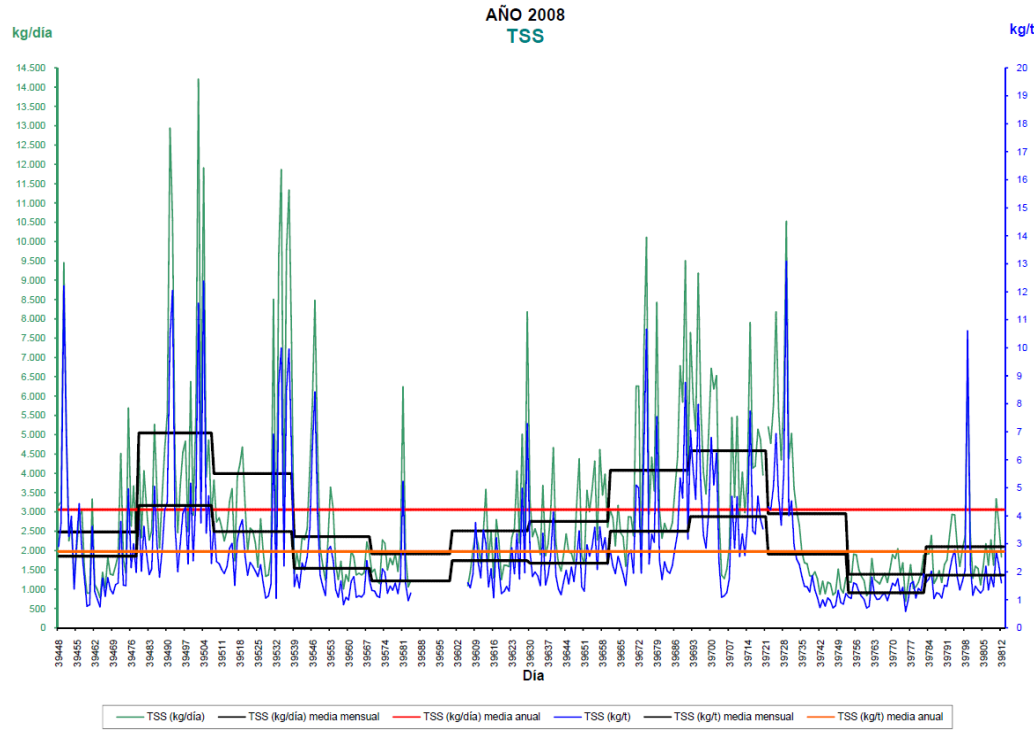
- **Producción:** Pasta kraft blanqueada (fibra corta)
- **Secuencia de blanqueo:** ECF (sin cloro molecular)
- **Producción anual:** 385 tAD/año
- **Planta de depuración de agua residual:** tratamiento primario y biológico
- **Muestreo del agua residual:** 24 horas muestra compuesta (24MS)

Evolución de los datos a lo largo del año 2008:

	Producción	Caudal		TSS			DQO		
	t	m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /t	mg/l	kg/día	kg/t	mg/l	kg/día	kg/t
Enero	970	32.727	33,73	76	2.479,5	2,56	299	9.784,7	10,09
Febrero	1.154	30.744	26,64	164	5.041,9	4,37	424	13.025,3	11,29
Marzo	1.163	29.491	25,35	135	3.991,4	3,43	487	14.372,1	12,35
Abril	1.109	32.600	29,40	72	2.355,5	2,12	434	14.138,1	12,75
Mayo	1.141	32.036	28,07	60	1.911,3	1,67	395	12.660,4	11,09
Junio	1.048	31.759	30,31	79	2.506,7	2,39	421	13.366,2	12,76
Julio	1.196	31.943	26,71	86	2.752,9	2,30	413	13.198,5	11,04
Agosto	1.182	29.734	25,16	137	4.073,1	3,45	349	13.198,5	8,79
Septiembre	1.155	30.809	26,68	149	4.582,3	3,97	328	10.112,2	8,76
Octubre	1.121	30.529	27,23	97	2.952,7	2,63	471	14.374,8	12,82
Noviembre	1.111	30.397	27,36	46	1.383,5	1,25	357	10.845,7	9,76
Diciembre	1.117	32.994	29,55	64	2.098,6	1,88	428	14.105,6	12,63
<b>ANUAL</b>	<b>1.123</b>	<b>31.273</b>	<b>27,86</b>	<b>98</b>	<b>3.057,5</b>	<b>2,72</b>	<b>400</b>	<b>12.515,4</b>	<b>11,15</b>

### VALORES ANUALES

Producción	Caudal		TSS			DQO		
t	m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /t	mg/l	kg/día	kg/t	mg/l	kg/día	kg/t
<b>385.057</b>	<b>10.726.624</b>	<b>27.86</b>	<b>98</b>	<b>1.048.711</b>	<b>2,72</b>	<b>400</b>	<b>4.292.771</b>	<b>11.15</b>



**FÁBRICA 2**  
**PASTA KRAFT INTEGRADA PARCIALMENTE CON PAPEL ESTUCADO**

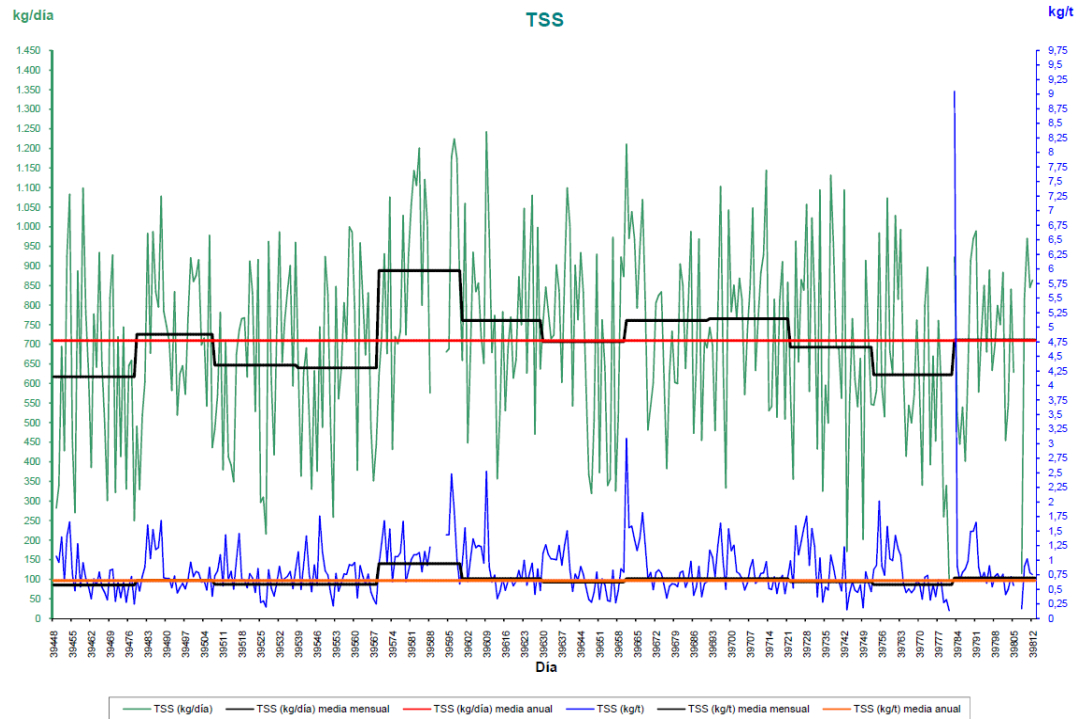
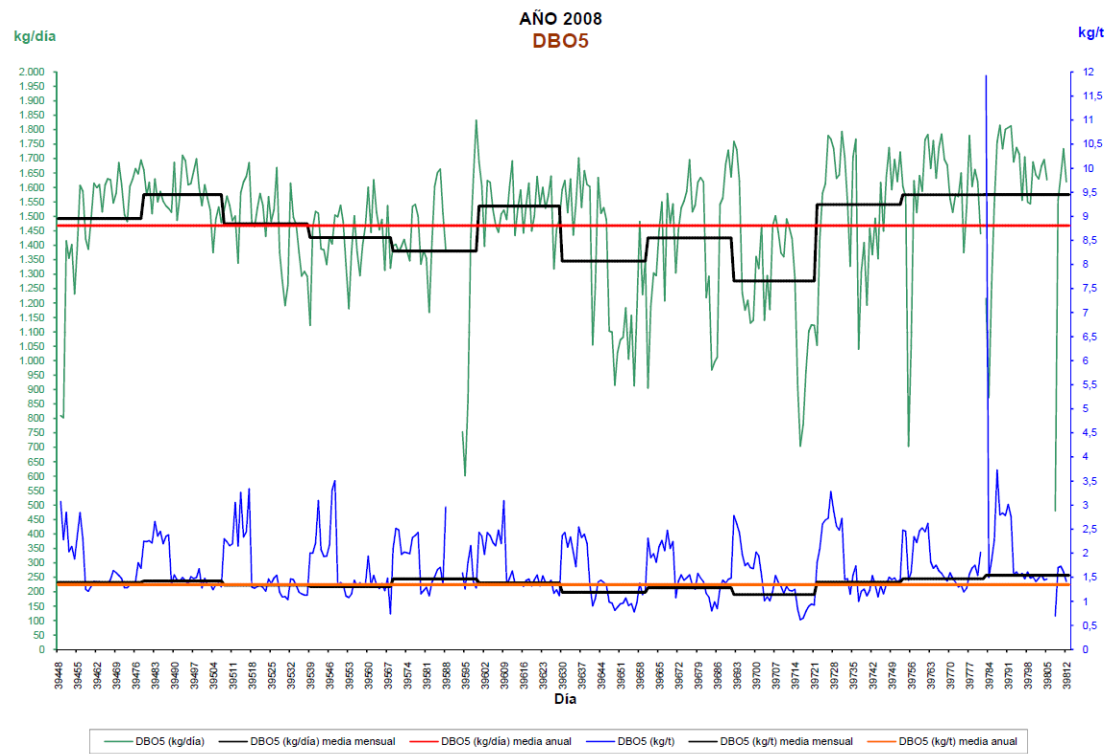
- **Producción:** Pasta kraft blanqueada (fibra corta) y papel estucado (instalación parcialmente interada)
- **Secuencia de blanqueo:** ECF (sin cloro molecular)
- **Producción anual:** 232.000 tAD y 154.000 t papel al año
- **Planta de depuración de agua residual:** tratamiento primario, tratamiento biológico en lagunas aireadas y tratamiento terciario
- **Muestreo del agua residual:** 24 horas muestra compuesta (24MS)

Evolución de los datos a lo largo del año 2008:

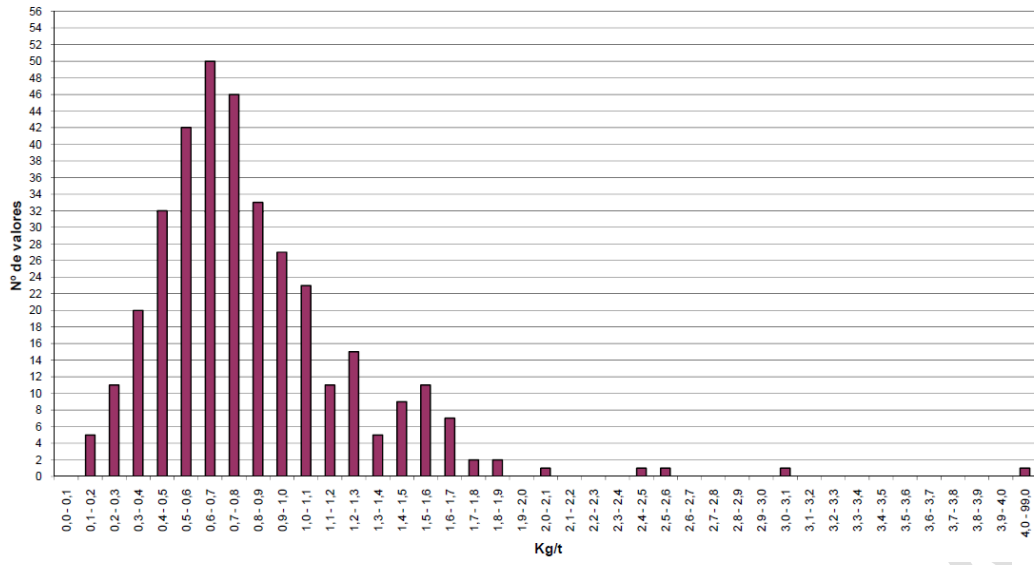
	Producción	Caudal		TSS		DQO		DBO <sub>5</sub>	
	t	m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /t	kg/día	kg/t	kg/día	kg/t	kg/día	kg/t
Enero	1.072	24.799	23,14	616,7	0,58	7.907,8	7,38	1.491,8	1,39
Febrero	1.106	24.838	22,45	725,0	0,66	7.777,6	7,03	1.575,1	1,42
Marzo	1.102	24.348	22,09	646,7	0,59	7.781,7	7,06	1.474,0	1,34
Abril	1.088	23.647	21,73	639,8	0,59	7.873,5	7,23	1.426,3	1,31
Mayo	983	24.290	24,70	887,9	0,90	7.484,8	7,61	1.379,6	1,40
Junio	1.111	25.326	22,80	760,7	0,68	8.203,9	7,38	1.535,0	1,38
Julio	1.133	25.564	22,57	706,7	0,62	7.463,2	6,59	1.345,2	1,19
Agosto	1.110	25.175	22,68	760,7	0,69	7.728,1	6,96	1.425,0	1,28
Septiembre	1.118	26.492	23,69	765,1	0,68	6.747,5	6,03	1.275,9	1,14
Octubre	1.100	26.283	23,90	692,6	0,63	8.331,3	7,58	1.540,5	1,40
Noviembre	1.072	25.580	23,86	622,0	0,58	7.991,2	7,45	1.574,9	1,47
Diciembre	1.021	25.348	24,83	711,0	0,70	8.115,7	7,95	1.575,2	1,54
<b>ANUAL</b>	<b>1.087</b>	<b>25.153</b>	<b>23,48</b>	<b>709,4</b>	<b>0,65</b>	<b>7.785,3</b>	<b>7,17</b>	<b>1.467,8</b>	<b>1,35</b>

**VALORES ANUALES**

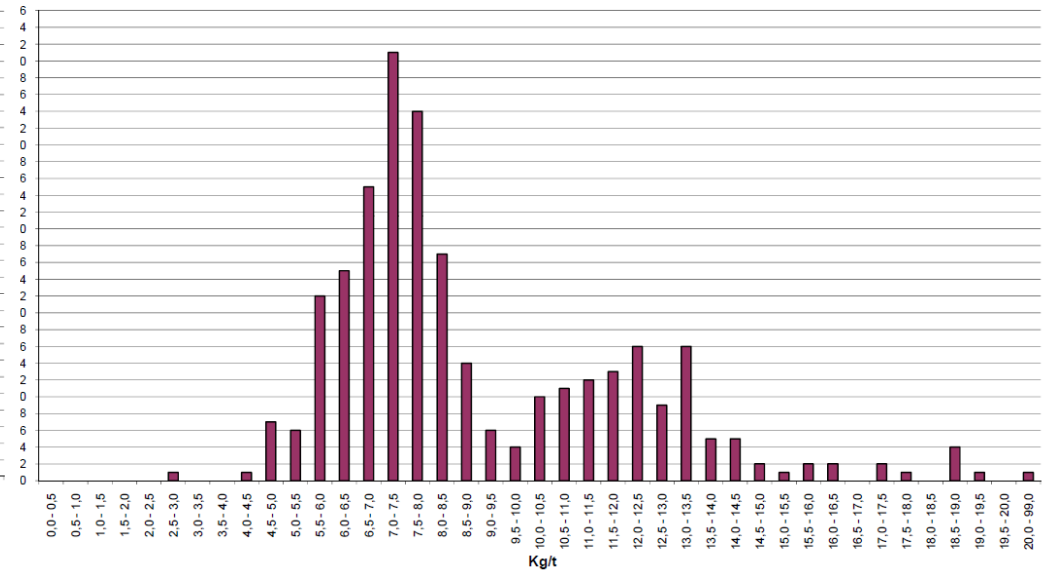
Producción	Caudal		TSS		DQO		DBO <sub>5</sub>	
t	m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /t	kg/día	kg/t	kg/día	kg/t	kg/día	kg/t
<b>1.087</b>	<b>25.153</b>	<b>23,48</b>	<b>709,4</b>	<b>0,65</b>	<b>7.785,3</b>	<b>7,17</b>	<b>1.467,8</b>	<b>1,35</b>



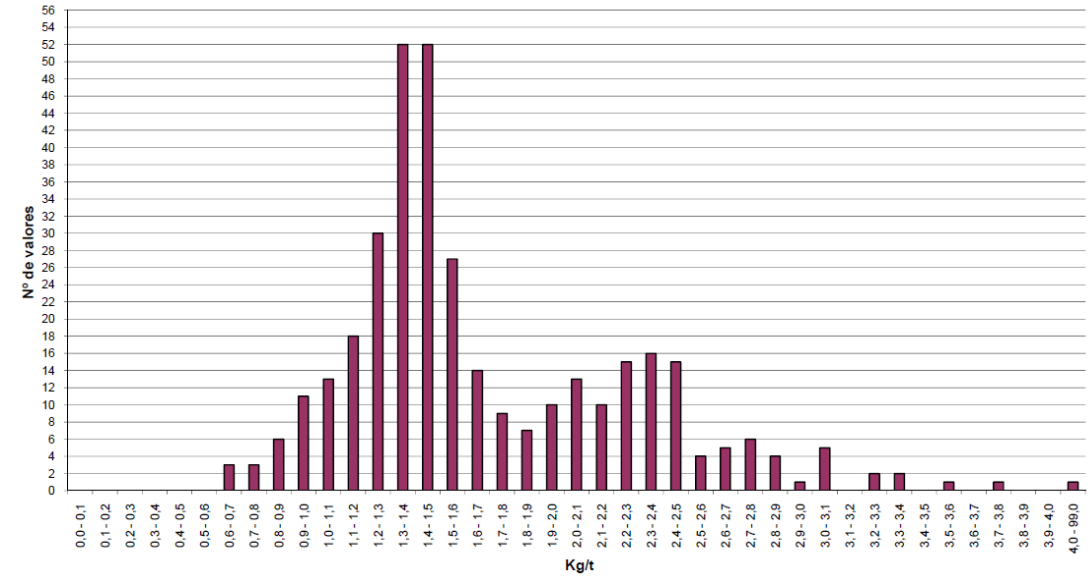
TSS



DQO



DBO5



**FÁBRICA 3**  
**PAPEL DE EMBALAJE**

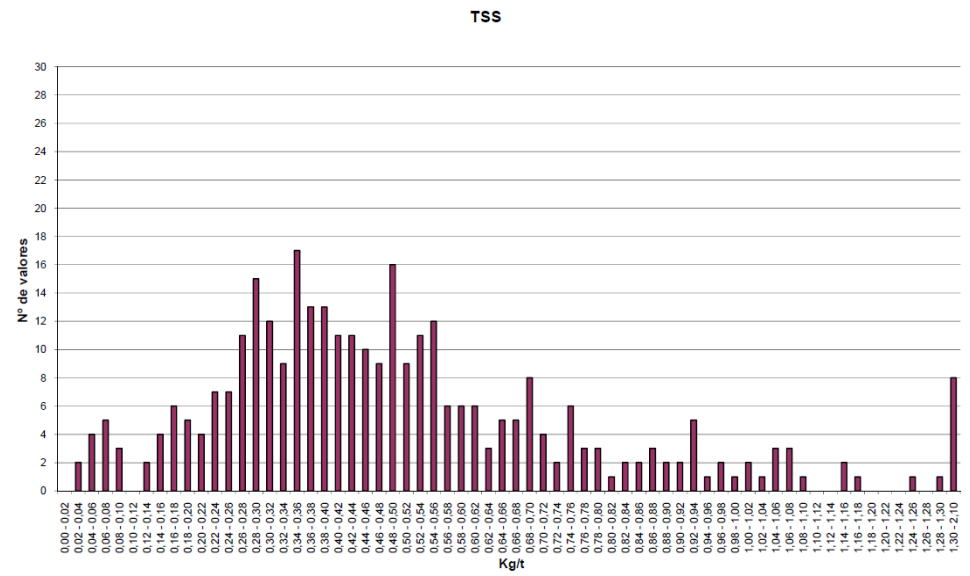
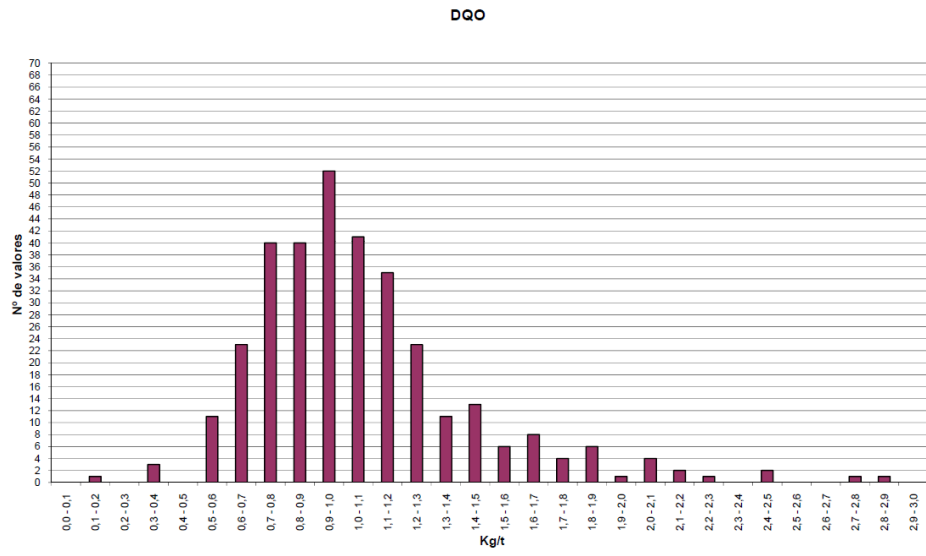
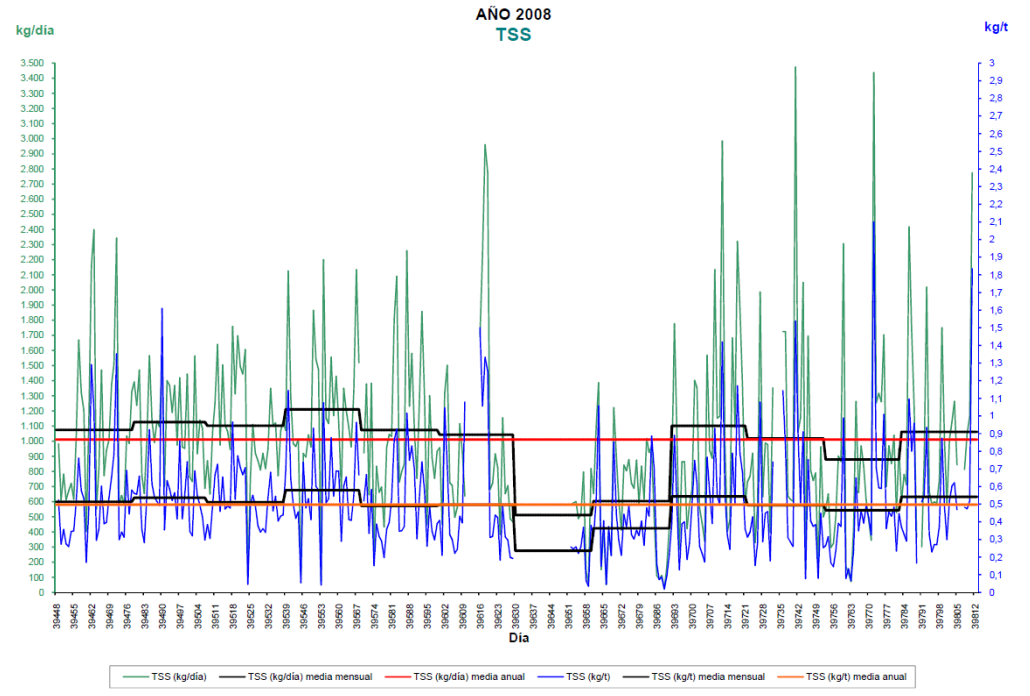
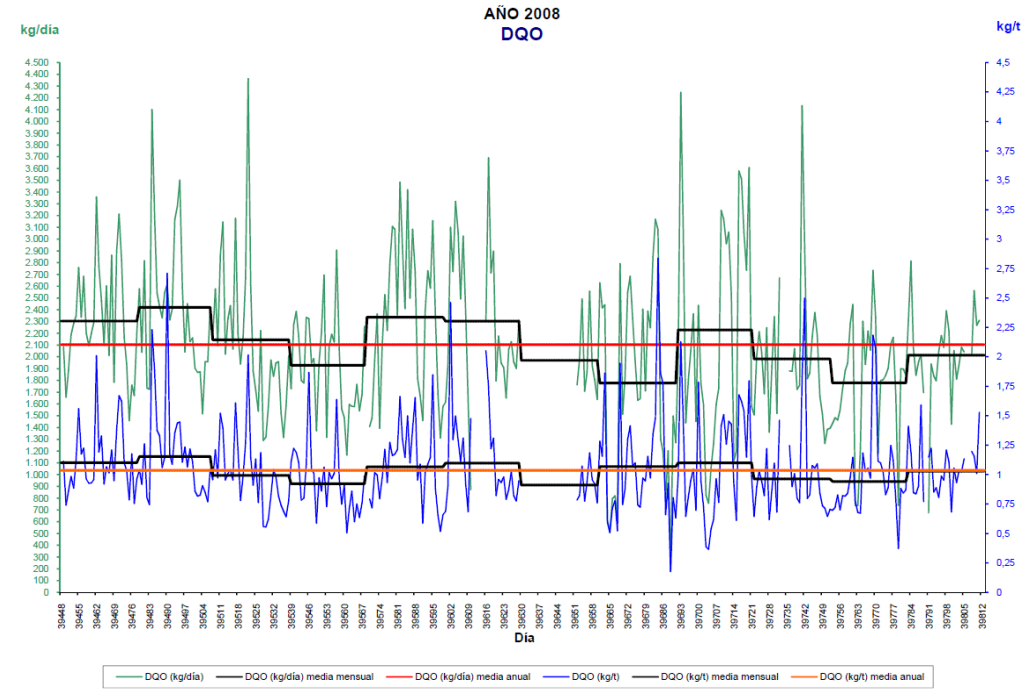
- **Producción:** papel de embalaje destintado
- **Producción anual:** 670.000 t/año
- **Planta de depuración de agua residual:** tratamiento primario y tratamiento biológico aeróbico-anaeróbico
- **Muestreo del agua residual:** 24 horas muestra compuesta (24MS)

Evolución de los datos a lo largo del año 2008:

	Producción	Caudal		TSS			DQO		
	t	m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /t	mg/l	kg/día	kg/t	mg/l	kg/día	kg/t
Enero	2.090	10.634	5,09	101	1.074,9	0,51	217	2.303,2	1,10
Febrero	2.098	9.760	4,65	115	1.126,7	0,54	248	2.420,5	1,15
Marzo	2.158	9.226	4,28	120	1.102,7	0,51	233	2.145,1	0,99
Abril	2.091	9.652	4,62	125	1.211,1	0,58	200	1.928,3	0,92
Mayo	2.191	9.612	4,39	112	1.073,6	0,49	243	2.336,2	1,07
Junio	2.099	9.113	4,34	114	1.042,4	0,50	253	2.303,1	1,10
Julio	2.162	7.211	3,34	71	511,0	0,24	273	1.970,3	0,91
Agosto	1.663	7.844	4,72	77	604,1	0,36	227	1.777,3	1,07
Septiembre	2.025	8.618	4,26	128	1.101,2	0,54	259	2.228,1	1,10
Octubre	2.058	8.964	4,36	114	1.018,1	0,49	221	1.982,1	0,96
Noviembre	1.889	8.585	4,55	102	878,8	0,47	207	1.778,8	0,94
Diciembre	1.958	9.963	5,09	107	1.062,0	0,54	202	2.014,7	1,03
<b>ANUAL</b>	<b>2.031</b>	<b>9.204</b>	<b>4,53</b>	<b>110</b>	<b>1.010,8</b>	<b>0,50</b>	<b>229</b>	<b>2.104,0</b>	<b>1,04</b>

**VALORES ANUALES**

Producción	Caudal		TSS			DQO		
t	m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /t	mg/l	kg/día	kg/t	mg/l	kg/día	kg/t
<b>668.298</b>	<b>3.028.013</b>	<b>4.53</b>	<b>110</b>	<b>332.552</b>	<b>0.50</b>	<b>229</b>	<b>692.216</b>	<b>1.04</b>



## FÁBRICA 4

### PAPEL ESTUCADO

- **Producción:** no integrada de papel estucado
- **Producción anual:** de 100.001 a 250.000 t papel al año
- **Planta de depuración de agua residual:** tratamiento primario y biológico
- **Muestreo del agua residual:** 24 horas muestra compuesta (24MS)

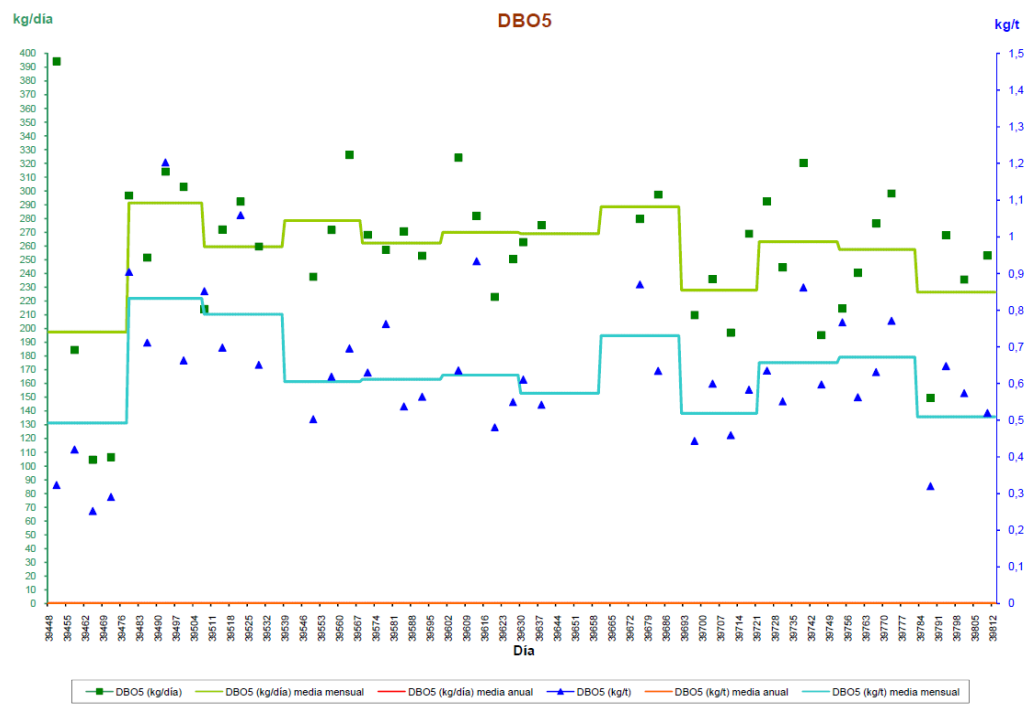
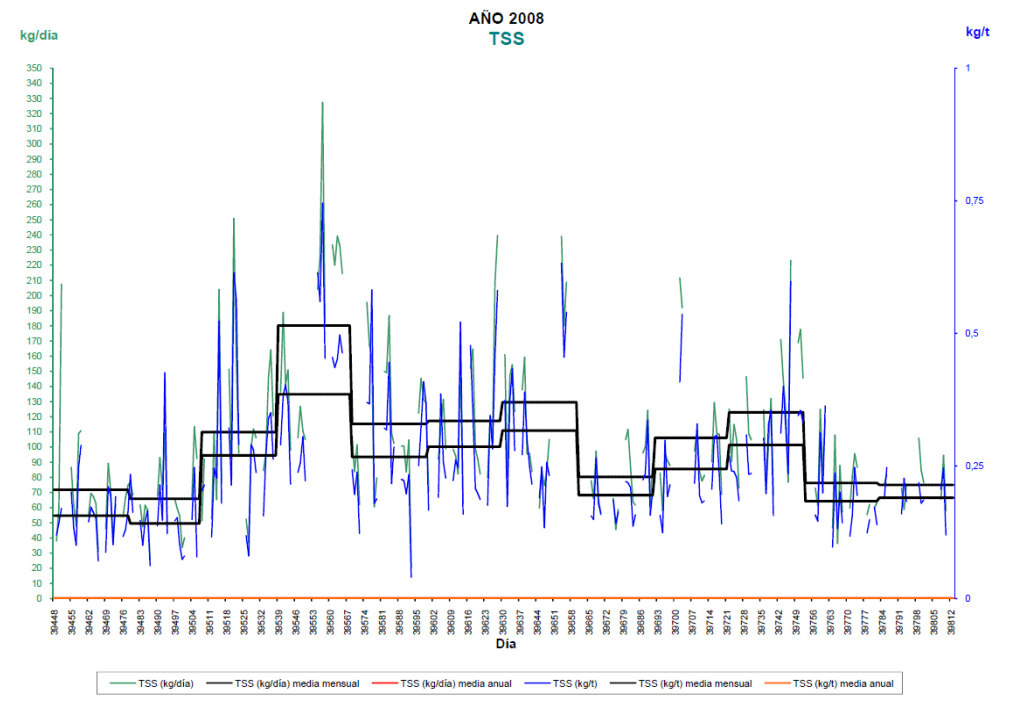
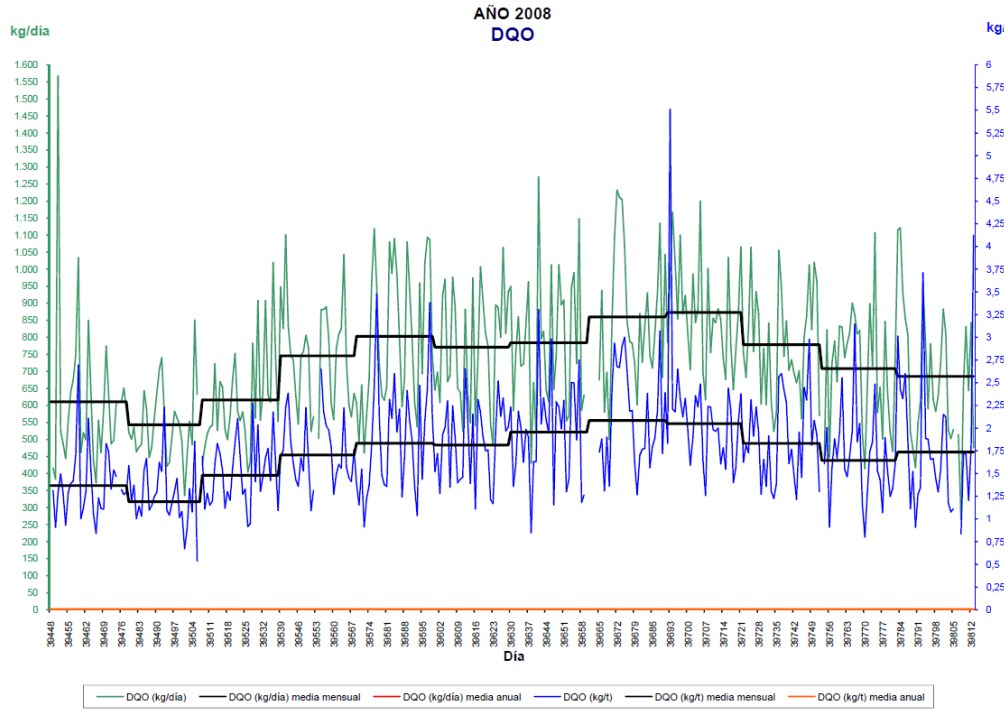
Evolución de los datos a lo largo del año 2008:

	Producción	Caudal		TSS			DQO			DBO <sub>5</sub>		
	t	m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /t	mg/l	kg/día	kg/t	mg/l	kg/día	kg/t	mg/l	kg/día	kg/t
Enero	447	3.910	8,75	16	71,8	0,16	156	610,5	1,37	49	197,4	0,49
Febrero	457	3.444	7,54	19	65,8	0,14	158	543,1	1,19	80	291,3	0,83
Marzo	416	3.526	8,47	31	109,8	0,27	175	615,6	1,48	75	259,5	0,79
Abril	438	3.515	8,03	46	180,2	0,39	212	745,6	1,70	73	278,5	0,60
Mayo	438	3.736	8,53	31	115,3	0,27	215	802,9	1,83	68	262,2	0,61
Junio	425	3.403	8,01	34	117,2	0,29	226	770,5	1,81	71	269,9	0,62
Julio	401	3.528	8,80	37	129,4	0,32	215	783,8	1,96	80	269,0	0,57
Agosto	413	3.609	8,74	22	80,2	0,19	238	859,4	2,08	82	288,5	0,73
Septiembre	426	3.559	8,35	29	106,0	0,24	245	872,8	2,05	61	227,9	0,52
Octubre	425	3.660	8,62	34	122,9	0,29	213	778,0	1,83	65	263,1	0,66
Noviembre	431	3.329	7,73	22	76,2	0,18	212	707,9	1,64	77	257,4	0,67
Diciembre	395	3.352	8,49	21	75,0	0,19	198	685,2	1,74	68	226,5	0,51

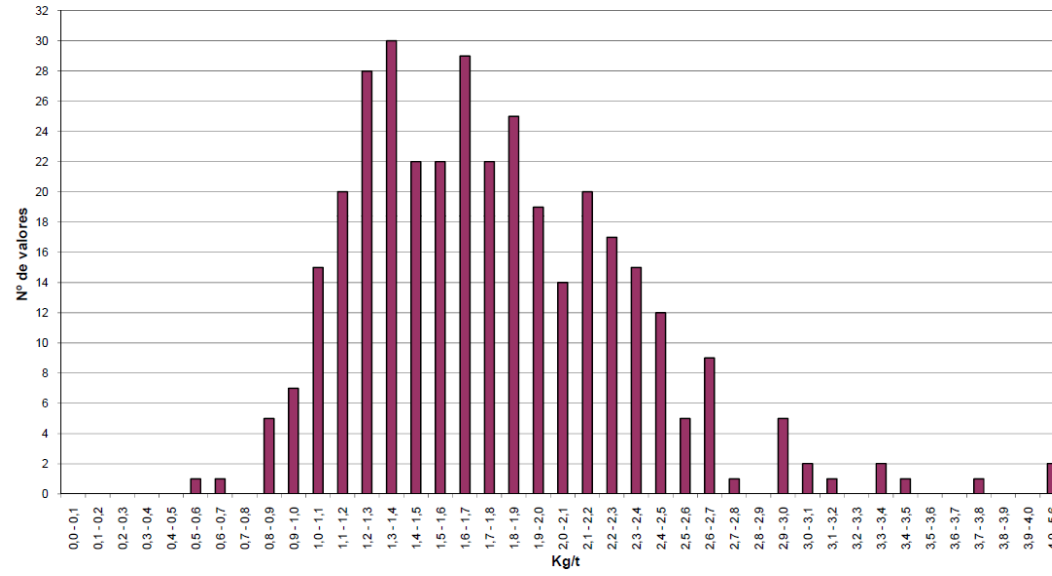
### VALORES ANUALES

Producción	Caudal		TSS			DQO			DBO <sub>5</sub>		
t	m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /t	mg/l	kg/día	kg/t	mg/l	kg/día	kg/t	mg/l	kg/día	kg/t
151.954	1.281.123	8.43	29	24.772.5	0.24	205	259.726.9	1.71	69	10.971.6	0.63

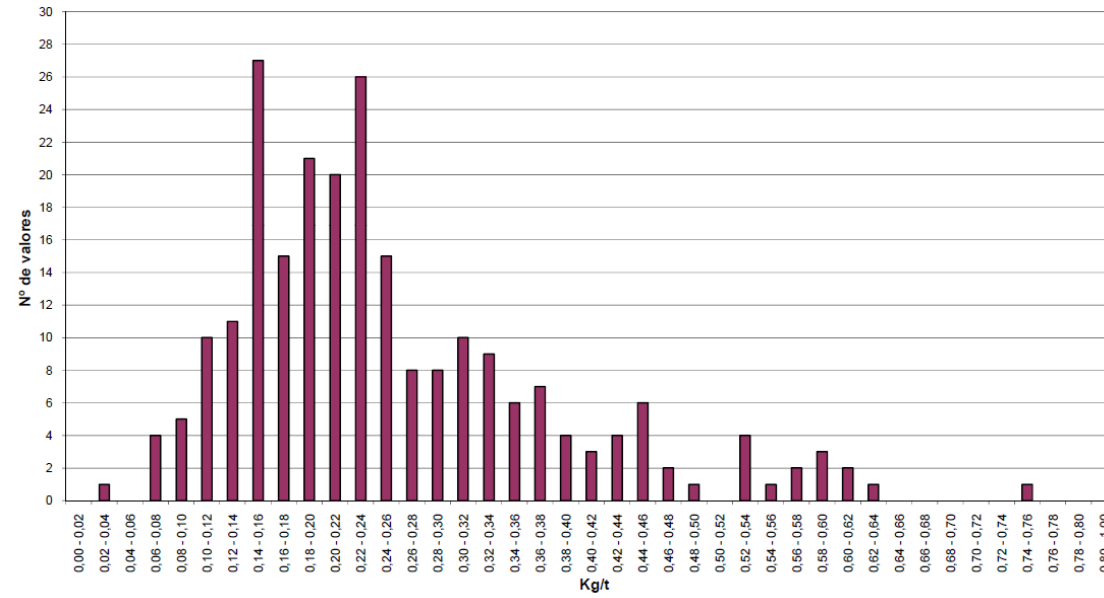




### DQO



### TSS



## **ANEXO III: ANÁLISIS DE VARIABILIDAD DE LAS EMISIONES AL AIRE EN FUNCIÓN DE LOS PERÍODOS DE TIEMPO**

El estudio que se detalla en este anexo fue presentado por el MAGRAMA durante la revisión del BREF P&P con el objeto de analizar las diferencias que se dan en las emisiones a lo largo del tiempo (períodos diarios, mensuales o anuales). Los resultados y conclusiones de este estudio están resumidos en la Sección 10.2.1 del BREF.

Los niveles de emisión al aire procedentes de las calderas de recuperación y los hornos de cal varían significativamente a lo largo del tiempo, principalmente debido a los factores explicados en el apartado 6 de esta guía.

**Factor de variabilidad día/año:** indica la variabilidad entre los valores obtenidos a partir de muestras diarias y su valor medio anual correspondiente. Se calcula como la relación entre los valores máximos diarios y el valor medio anual.

**Análisis de variabilidad día/año una vez que los valores punta han sido eliminados:** El estudio muestra la variabilidad de las emisiones en fábricas integradas y no integradas que producen pasta kraft blanqueada y sin blanquear. Los resultados se resumen a continuación:

Para el cálculo del valor medio anual se han utilizado todos los valores recogidos. Los valores más altos no fueron considerados en el análisis, de manera que el 5% de las lecturas correspondientes al año de estudio fueron descartadas. Esta figura del 5% fue escogida en base al análisis que se hizo sobre el rango de distribución de cada parámetro. Se podría haber tomado un valor más alto, disminuyendo así el factor de variabilidad, pero esto hubiese significado que las fábricas podrían exceder los valores diarios en un número superior de días. De este modo, sólo el 95% de las lecturas diarias fueron utilizadas para el análisis de los valores diarios, quedando descartados los valores más altos.

Las fábricas incluidas en el análisis son de gran tamaño y todas ellas aplican las MTD indicadas en el BREF P&P.

En el Anexo I del BREF P&P se resumen los siguientes factores de variabilidad para las emisiones de las calderas de recuperación:

Variabilidad de las emisiones al aire en calderas de recuperación						
Percentil 95 del valor diario/valor medio anual						
Caldera de recuperación	Parámetro					Variabilidad
	Partículas	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	TRS	SH <sub>2</sub>	
Fábrica 1	1.60	1.23	2.67		2.35	<b>2.10</b>
Fábrica 2	1.94	1.13	2.17	1.33		
Fábrica 3	1.96			4.20		
Fábrica 4	1.87		2.26	2.71	1.8	
Fábrica 5	2.56	1.18	2.98	1.91	2.0	
Fábrica 6	1.77	1.59	2.52		2.12	
Fábrica 7	1.32	1.27	1.94		2.6	
Fábrica 8	1.77		2.43	3.72	2.07	
<b>Variabilidad media día/año</b>	<b>1.85</b>	<b>1.28</b>	<b>2.42</b>	<b>2.77</b>	<b>2.16</b>	

Tabla 20: Factores de variabilidad día/año en calderas de recuperación

El factor de variabilidad representativo para las calderas de recuperación en las fábricas de pasta, papel y cartón es:

**Variabilidad día/año en calderas de recuperación = 2.10**

En la Sección 10.2.1 del BREF P&P se resumen los siguientes factores de variabilidad para las emisiones de los hornos de cal:

Variabilidad de las emisiones al aire en hornos de cal						
Percentil 95 del valor diario/valor medio anual						
Caldera de recuperación	Parámetro					Variabilidad
	Partículas	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	TRS	SH <sub>2</sub>	
1	1.70	1.54	2.56		2.72	<b>2.23</b>
2	1.67			2.40		
3	2.34	2.17	2.81	2.91		
4	1.6	1.33	3.92	1.59	1.55	
5	2.67	1.66	1.99		2.84	
<b>Variabilidad media día/año</b>	<b>2.00</b>	<b>1.68</b>	<b>2.82</b>	<b>2.30</b>	<b>2.37</b>	

Tabla 21: Factores de variabilidad día/año en hornos de cal

El factor de variabilidad representativo para los hornos de cal en las fábricas de pasta, papel y cartón es:

**Variabilidad día/año en hornos de cal = 2.23**

La siguiente tabla muestra los factores medios de variabilidad en calderas de recuperación y hornos de cal:

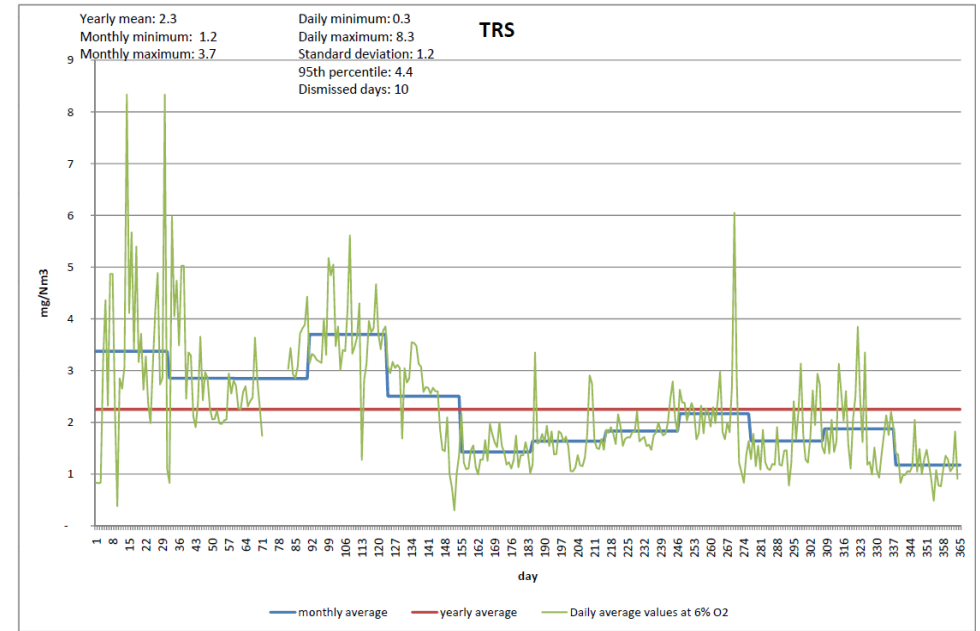
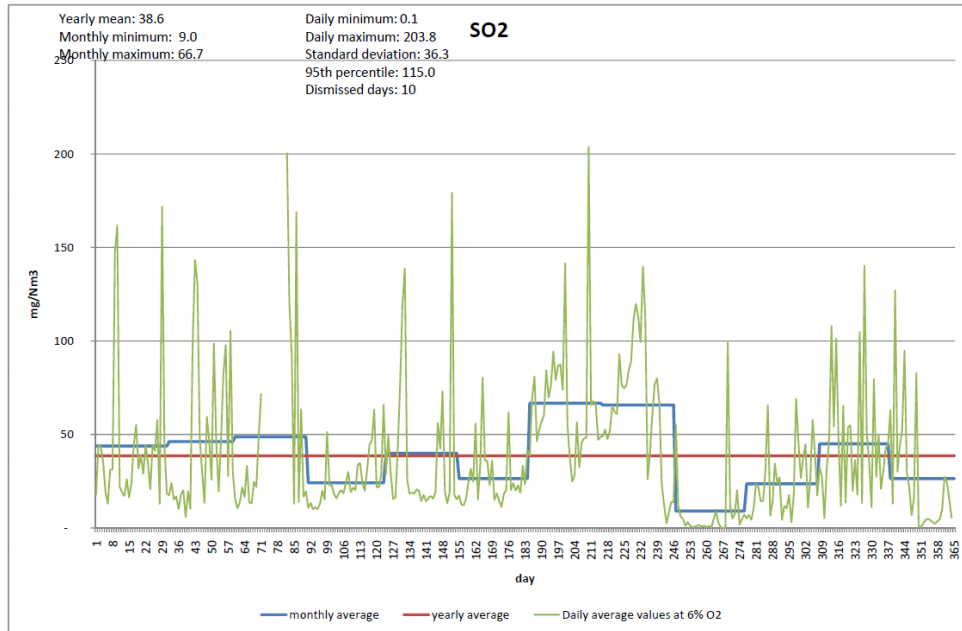
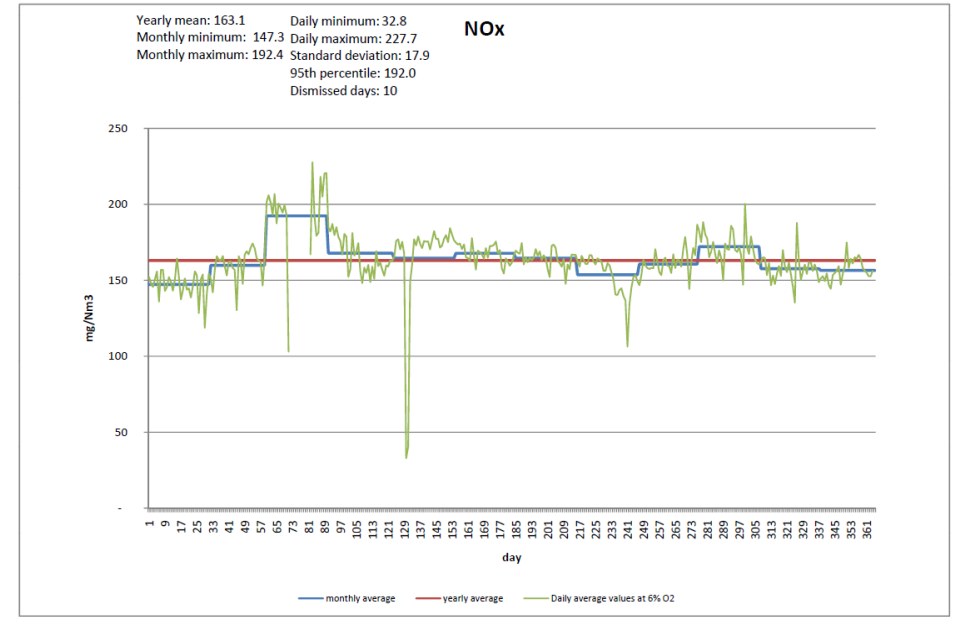
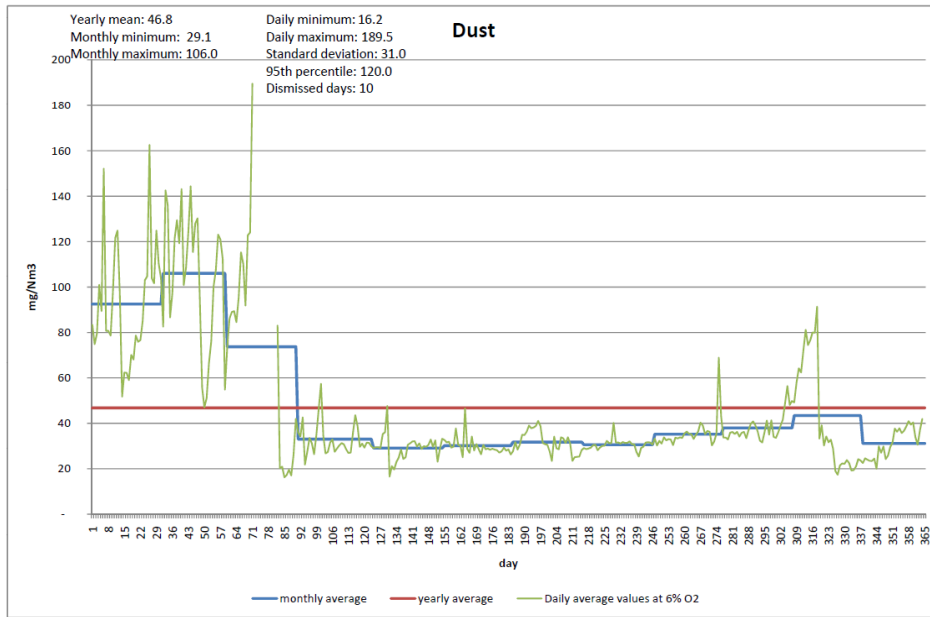
<b>Valor medio de la variabilidad día/año en calderas de recuperación y hornos de cal</b>
<b>2.25</b>

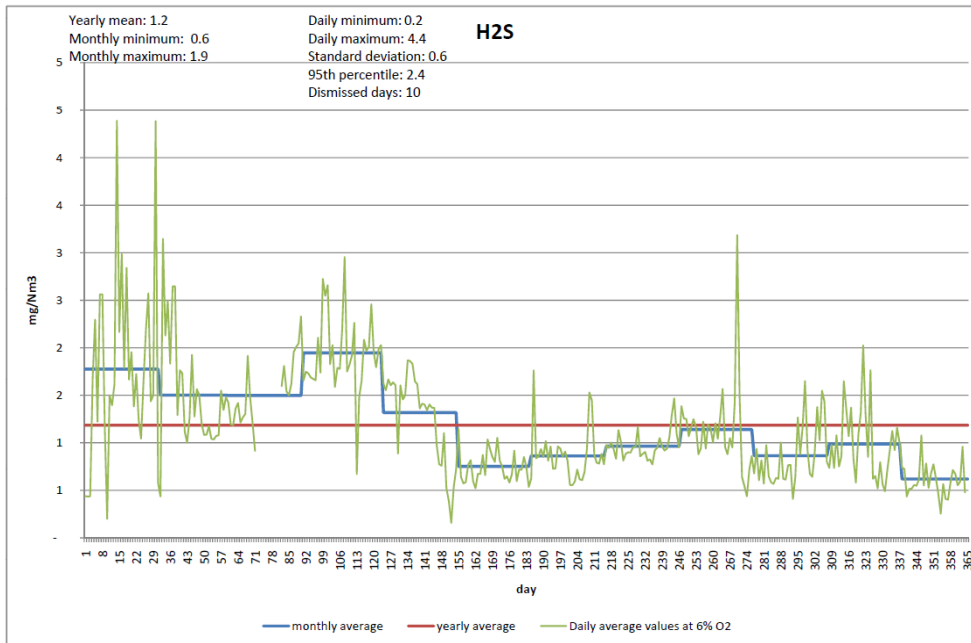
### ANÁLISIS DETALLADO DE LAS FÁBRICAS

Teniendo en cuenta que los valores punta han sido descartados (el 5% de los datos leídos), a continuación se muestran los datos detallados de tres instalaciones del análisis:

#### Caldera de recuperación 1

Caldera de recuperación 1	Emisiones al aire (mg/Nm <sup>3</sup> )				
	Partículas	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	TRS	SH <sub>2</sub>
Valor mínimo diario	16.2	32.8	0.1	0.3	0.2
Valor máximo diario	189.5	227.7	203.8	8.3	4.4
Percentil 95	120.0	192.0	115.0	4.4	2.4
Desviación estándar	31.0	17.9	36.3	1.2	0.6
Días descartados	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Media anual	46.8	163.1	38.6	2.3	1.2
<b>Factor de variabilidad día/año</b>	<b>2.6</b>	<b>1.2</b>	<b>3.0</b>	<b>2.0</b>	<b>2.0</b>

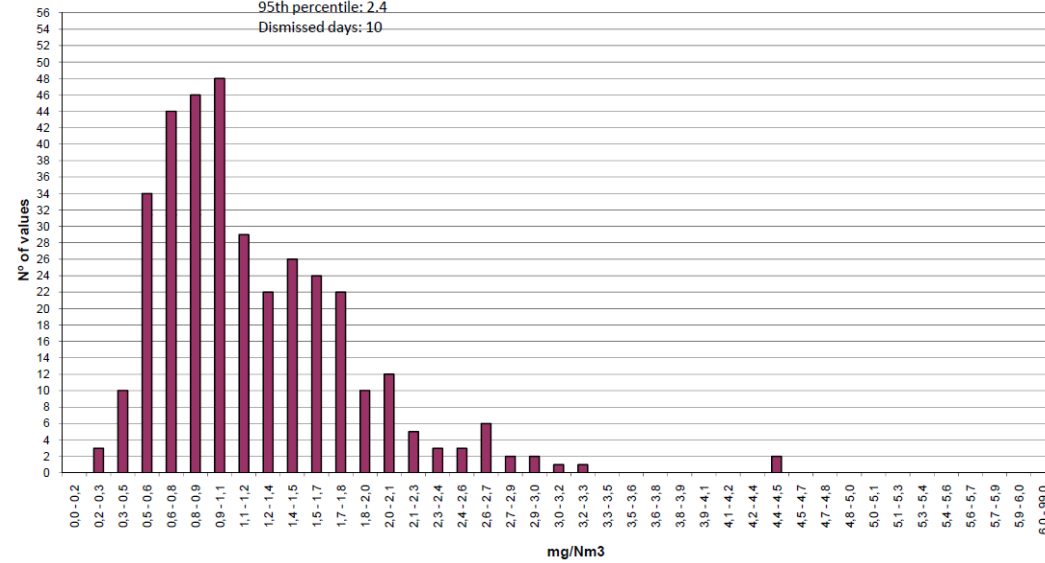




**H2S**

Yearly mean: 1.2  
 Monthly minimum: 0.6  
 Monthly maximum: 1.9

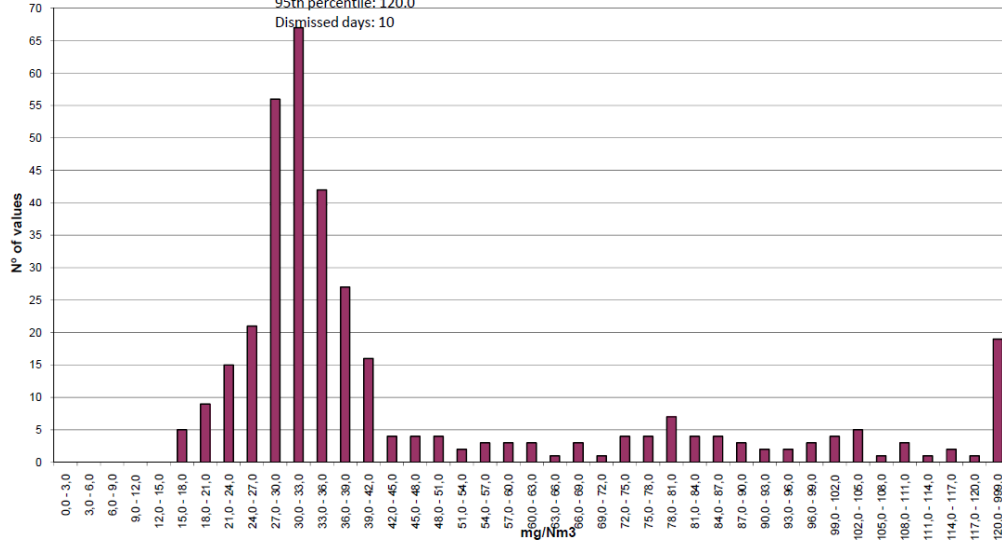
Daily minimum: 0.2  
 Daily maximum: 4.4  
 Standard deviation: 0.6  
 95th percentile: 2.4  
 Dismissed days: 10



Yearly mean: 46.8  
 Monthly minimum: 29.1  
 Monthly maximum: 106.0

Daily minimum: 16.2  
 Daily maximum: 189.5  
 Standard deviation: 31.0  
 95th percentile: 120.0  
 Dismissed days: 10

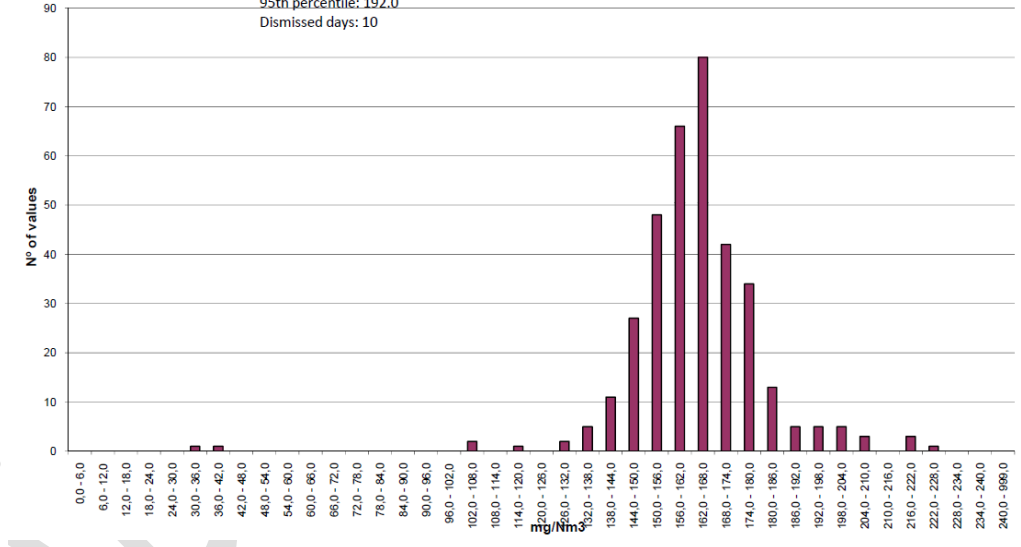
**Dust**



Yearly mean: 163.1  
 Monthly minimum: 147.3  
 Monthly maximum: 192.4

Daily minimum: 32.8  
 Daily maximum: 227.7  
 Standard deviation: 17.9  
 95th percentile: 192.0  
 Dismissed days: 10

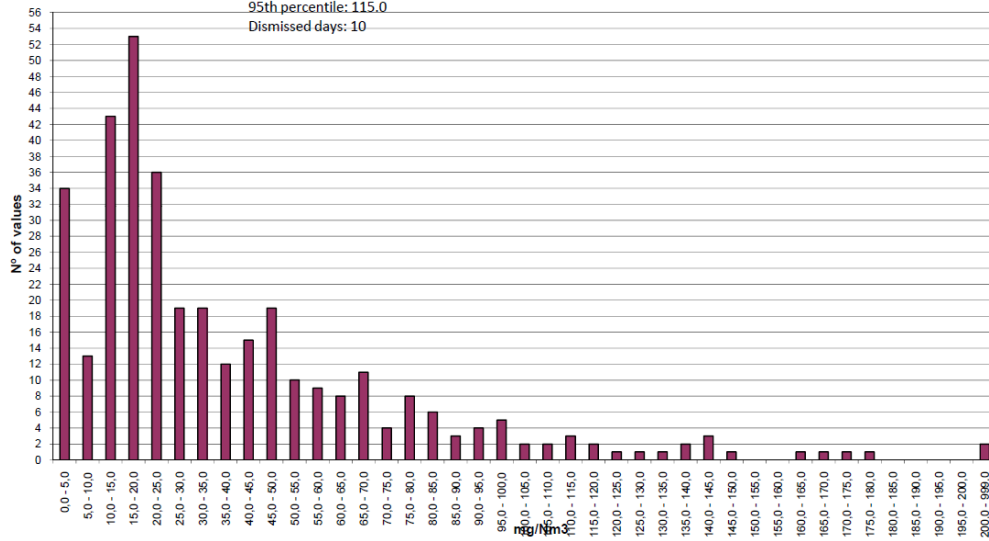
**NOx**



Yearly mean: 38.6  
 Monthly minimum: 9.0  
 Monthly maximum: 66.7

Daily minimum: 0.1  
 Daily maximum: 203.8  
 Standard deviation: 36.3  
 95th percentile: 115.0  
 Dismissed days: 10

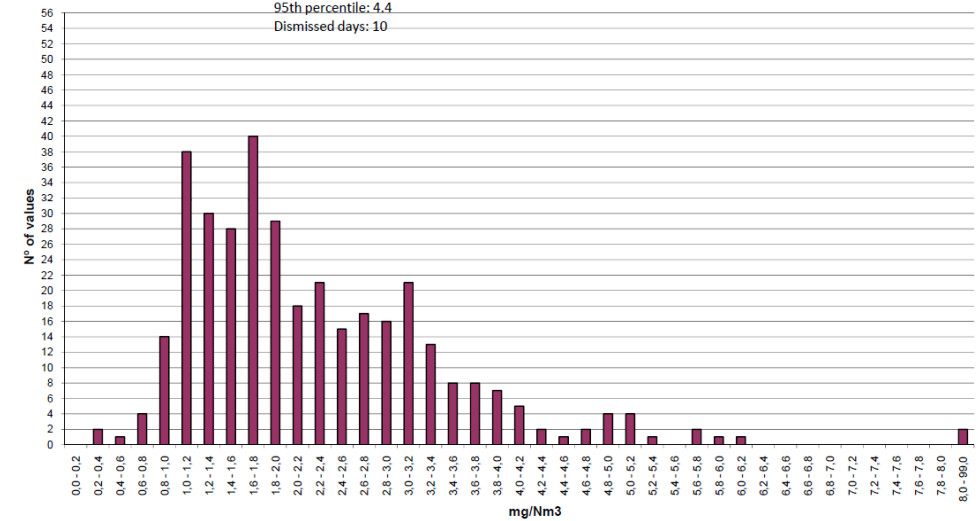
**SO2**



Yearly mean: 2.3  
 Monthly minimum: 1.2  
 Monthly maximum: 3.7

Daily minimum: 0.3  
 Daily maximum: 8.3  
 Standard deviation: 1.2  
 95th percentile: 4.4  
 Dismissed days: 10

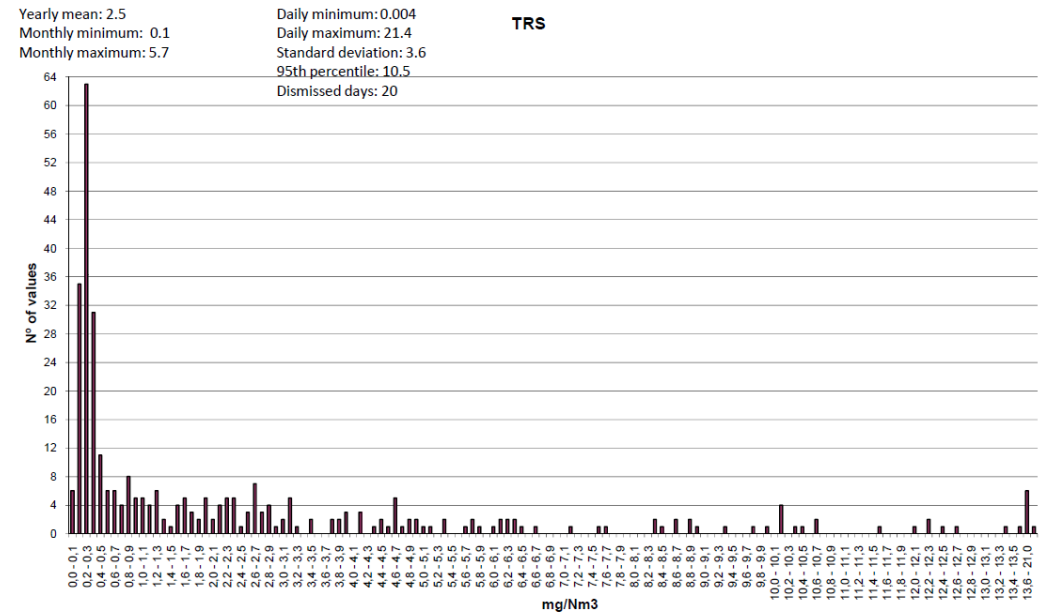
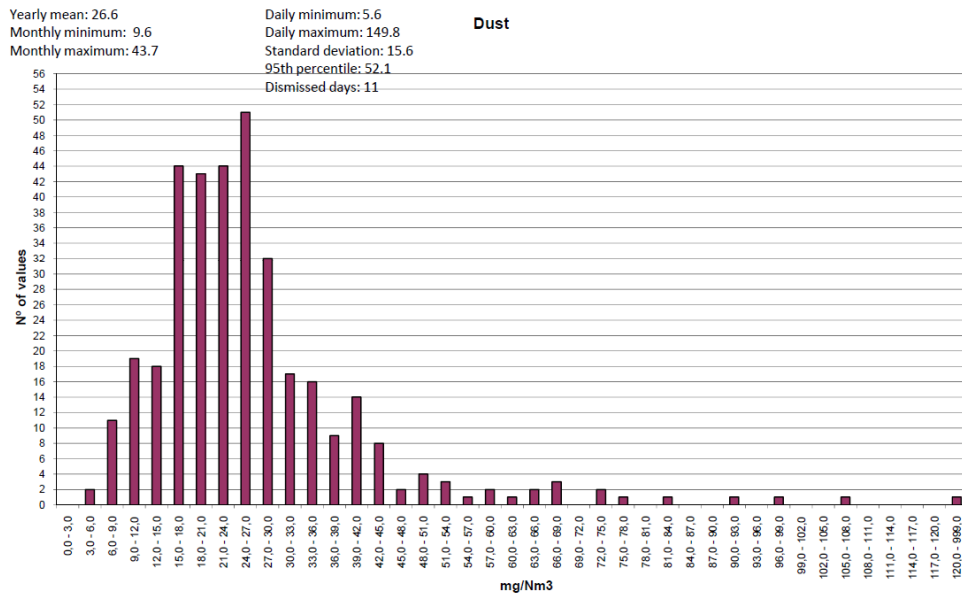
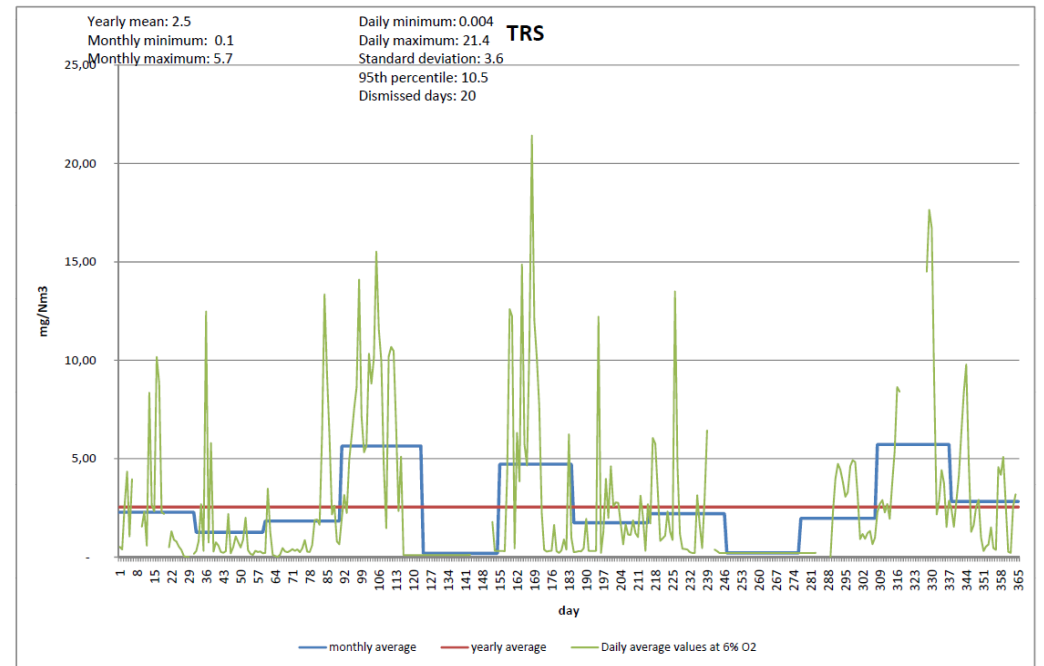
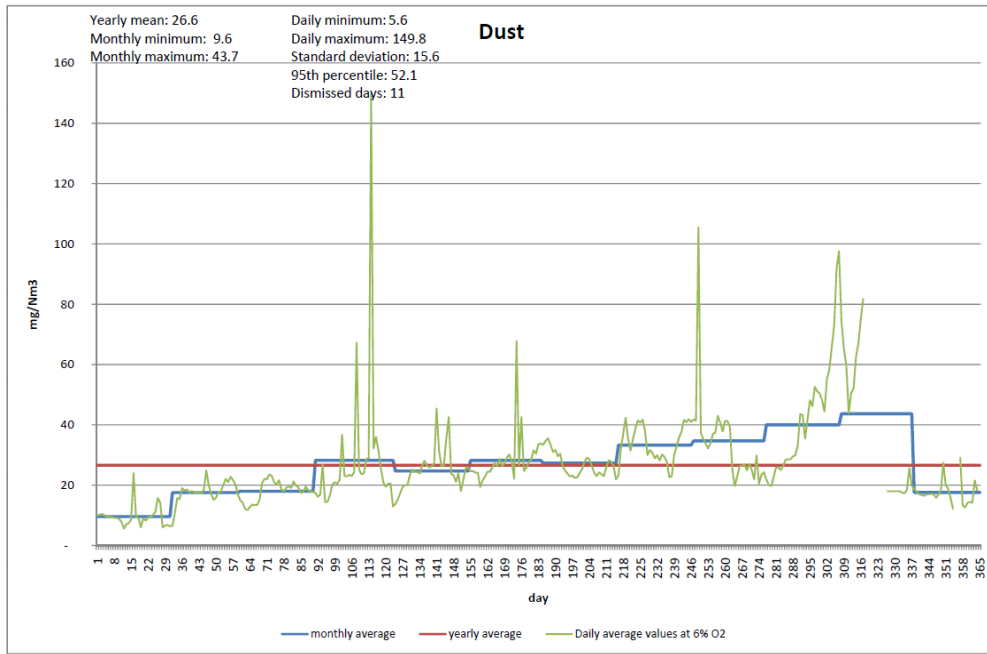
**TRS**





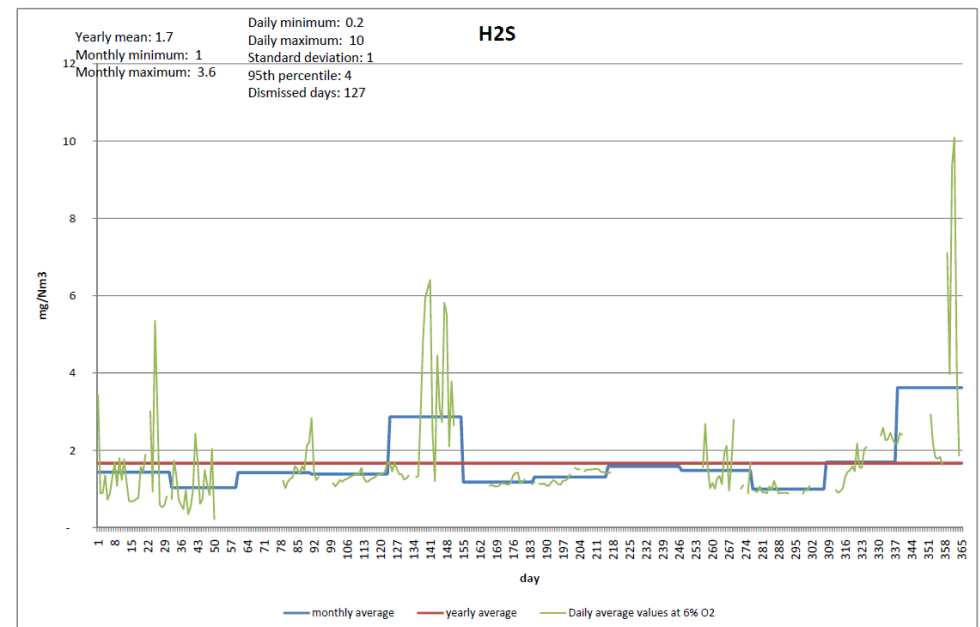
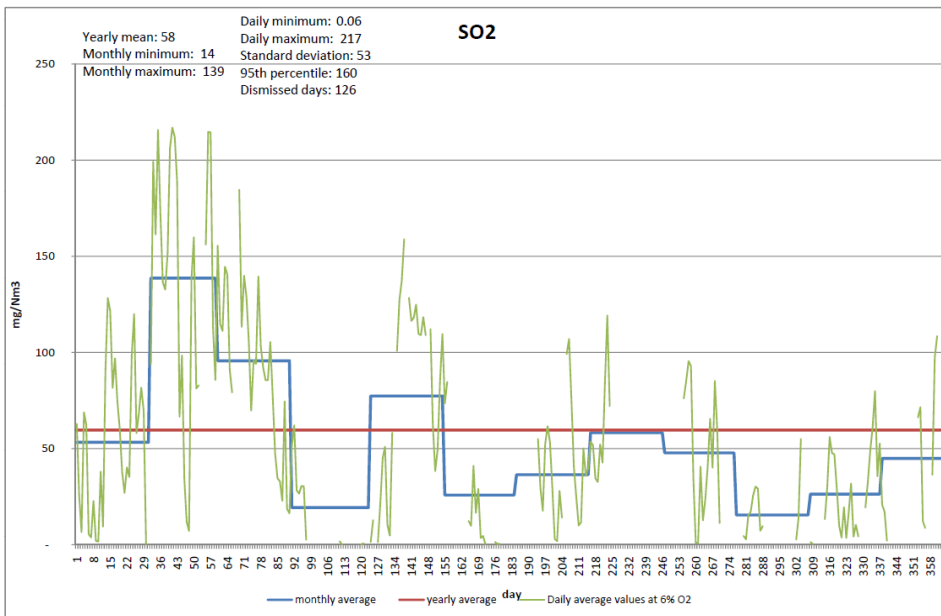
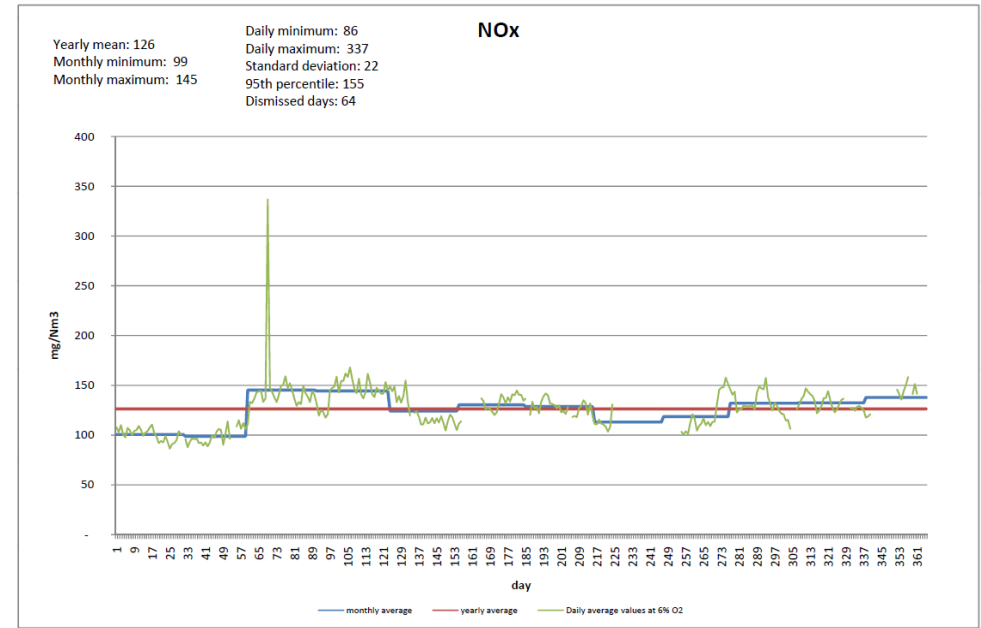
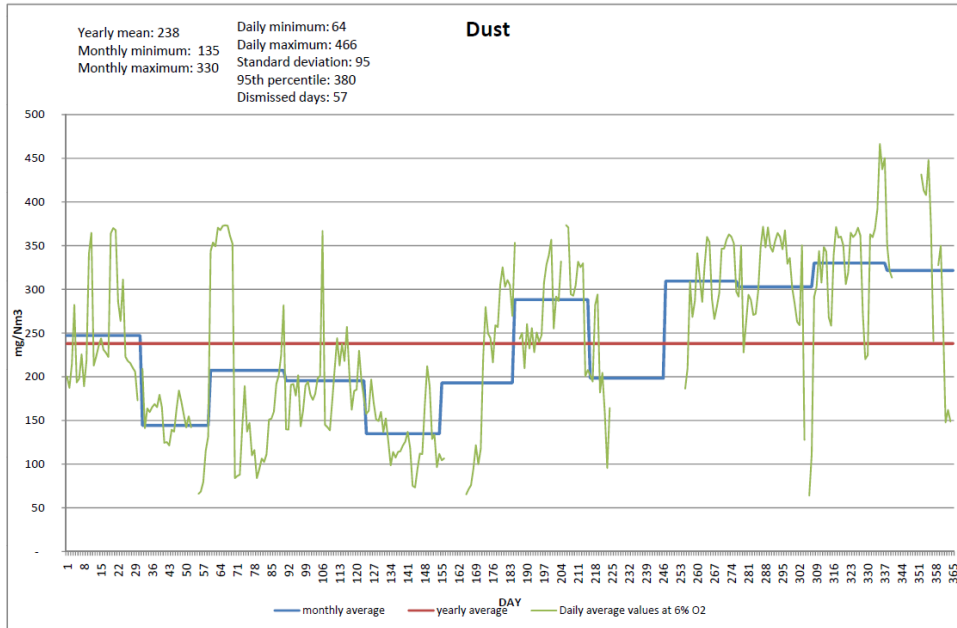
## Caldera de recuperación 2

Caldera de recuperación 2	Emisiones al aire (mg/Nm <sup>3</sup> )	
	Partículas	TRS
Valor mínimo diario	5.6	0.004
Valor máximo diario	149.8	21.4
Percentil 95	15.6	3.6
Desviación estándar	52.1	10.5
Días descartados	11.0	30.0
Media anual	26.6	2.5
<b>Factor de variabilidad día/año</b>	<b>2.0</b>	<b>4.1</b>



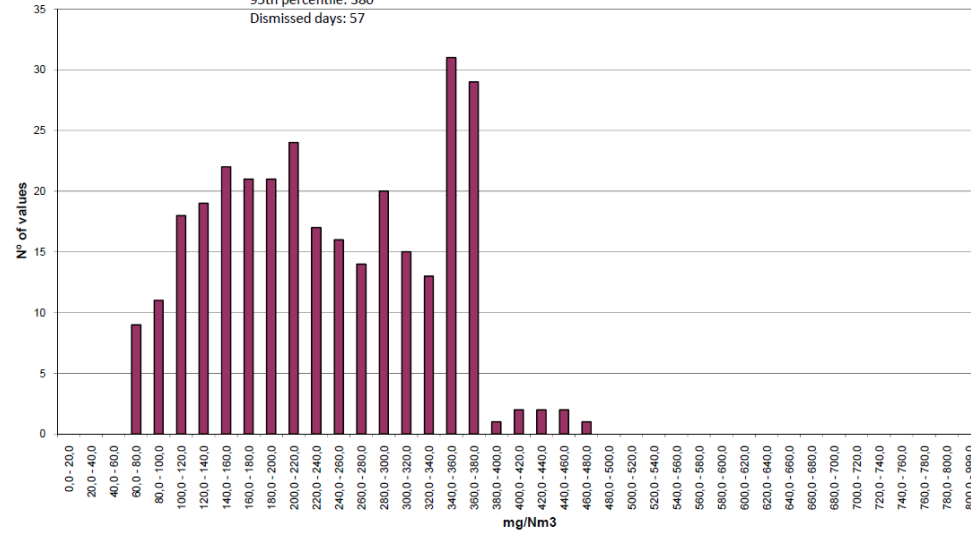
### Caldera de recuperación 3

Caldera de recuperación 3	Emisiones al aire (mg/Nm <sup>3</sup> )			
	Partículas	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	SH <sub>2</sub>
Valor mínimo diario	64	86	0.06	0.21
Valor máximo diario	466	337	217	10
Percentil 95	95	22	53	1
Desviación estándar	380	155	160	4
Días descartados	57	64	131	128
Media anual	138	126	60	1.7
<b>Factor de variabilidad día/año</b>	<b>1.6</b>	<b>1.2</b>	<b>2.7</b>	<b>2.5</b>



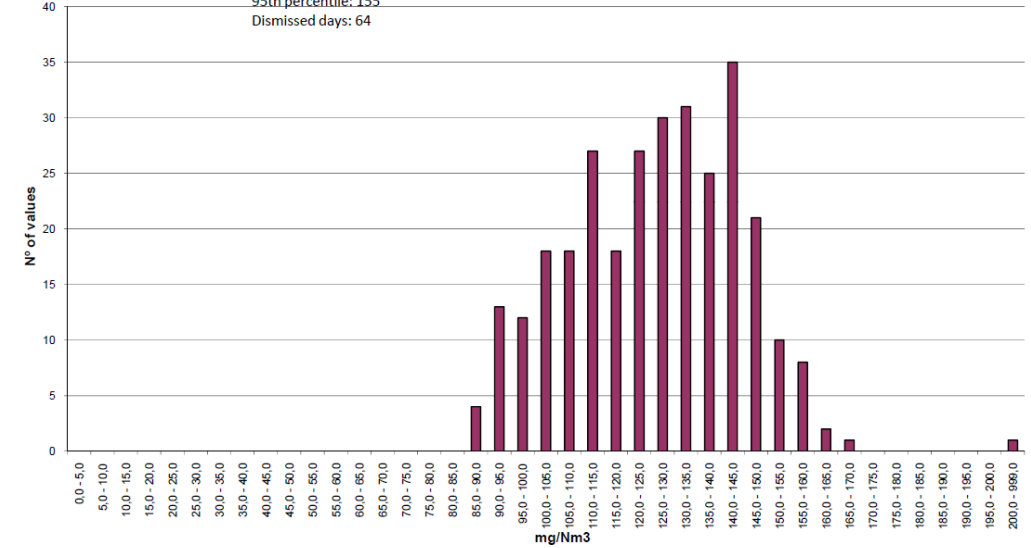
Yearly mean: 238  
 Monthly minimum: 135  
 Monthly maximum: 330

Daily minimum: 64  
 Daily maximum: 466  
 Standard deviation: 95  
 95th percentile: 380  
 Dismissed days: 57



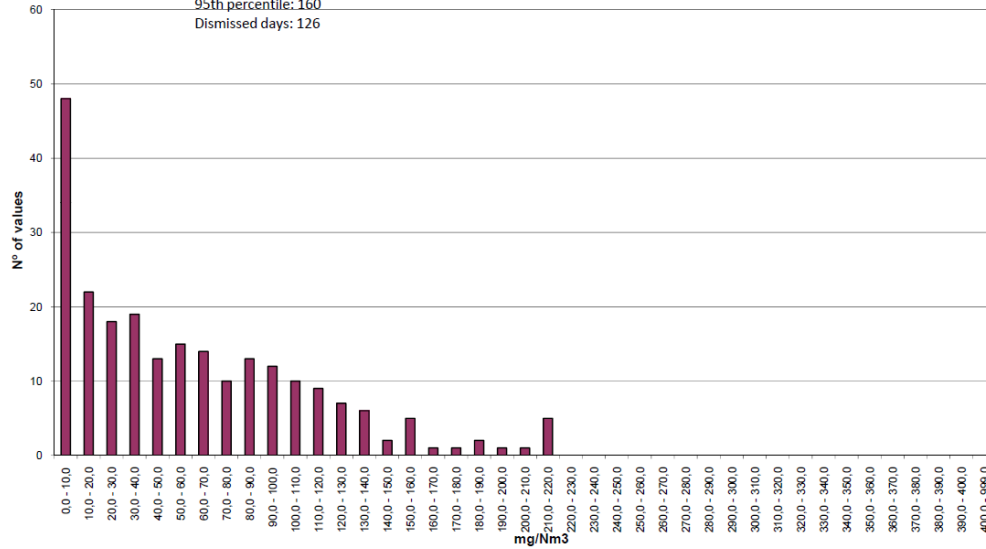
Yearly mean: 126  
 Monthly minimum: 99  
 Monthly maximum: 145

Daily minimum: 86  
 Daily maximum: 337  
 Standard deviation: 22  
 95th percentile: 155  
 Dismissed days: 64



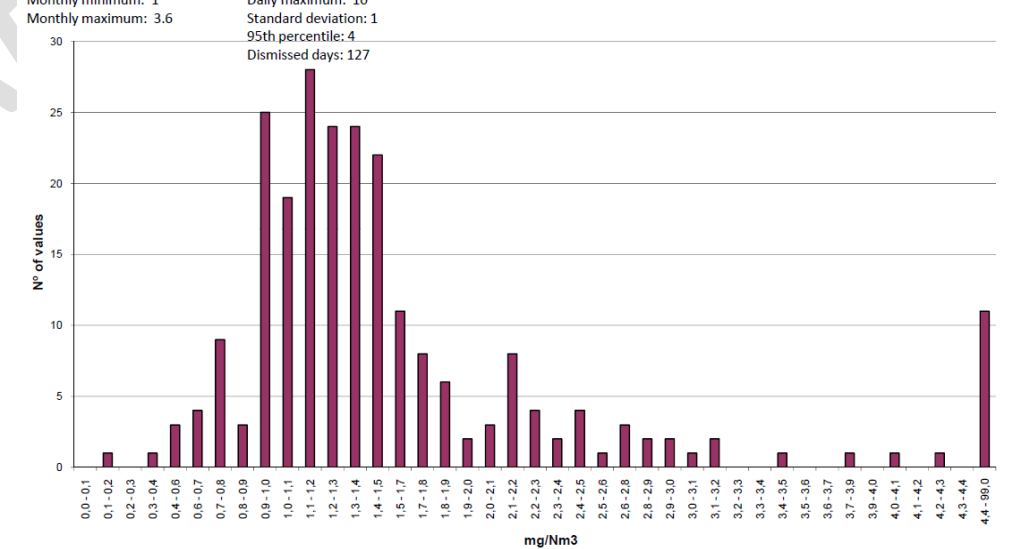
Yearly mean: 58  
 Monthly minimum: 14  
 Monthly maximum: 139

Daily minimum: 0.06  
 Daily maximum: 217  
 Standard deviation: 53  
 95th percentile: 160  
 Dismissed days: 126



Yearly mean: 1.7  
 Monthly minimum: 1  
 Monthly maximum: 3.6

Daily minimum: 0.2  
 Daily maximum: 10  
 Standard deviation: 1  
 95th percentile: 4  
 Dismissed days: 127



## GLOSARIO

<b>MTD: Mejores Técnicas Disponibles</b>	BAT: Best Available Techniques
<b>NEA-MTD: Niveles de Emisión Asociados a las MTD</b>	BAT-AEL: BAT Associated Emission Levels
<b>BAT-AEPL: Niveles de funcionamiento ambiental asociados a las MTD</b>	BAT-AEPL: BAT Associated Environmental Performance Levels
<b>AAI</b>	Autorización Ambiental Integrada
<b>DEI</b>	Directiva de Emisiones Industriales
<b>GIC</b>	Grandes Instalaciones de Combustión
<b>ECAH</b>	Entidades Colaboradoras de la Administración Hidráulica
<b>PRTR</b>	Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes
<b>ADt (Tonelada de pasta seca al aire)</b>	En el BREF, los consumos específicos de energía y productos químicos, los costes y las emisiones vienen expresadas como “pasta al 90% de aire seco”. El papel tiene un contenido de humedad del 6%.
<b>DS (Dry Solids)</b>	Contenido de materia seca en pasta del 100%

## REFERENCIAS

- Decisión de Ejecución de La Comisión de 26 de septiembre de 2014 por la que se establecen las Conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles (MTD) para la producción de pasta, papel y cartón conforme a la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y el Consejo, sobre las Emisiones Industriales
- Guía PRTR: Documento de Orientación Sectorial para la Medición, Cálculo y Estimación de Emisiones de Sustancias EPER. Sector pasta y Papel.
- Protocolo de Inspección de Vertidos de Aguas Residuales, destinado a las Entidades Colaboradoras de la Administración Hidráulica. MAGRAMA, Octubre 2013
- Guía Técnica para la Medición, Estimación y Cálculo de las Emisiones al Aire en el Sector de la Pasta y Papel. IHOBE, Noviembre 2005

- Guía ASPAPEL Gestión de Residuos. Fábricas de pasta, papel y cartón. Diciembre 2008

- Documentos de referencia MTD:

- BREF para la Fabricación de Pasta y Papel. Documento adoptado en 2014
- BREF de Monitorización de las Emisiones al Aire y al Agua. Borrador Final, Octubre 2013
- BREF de Grandes Instalaciones de Combustión. Primer Borrador, Junio 2013
- BREF de Incineración de Residuos. Agosto 2006

BORRADOR