



COMISIÓN EUROPEA  
DIRECCIÓN GENERAL  
CENTRO COMÚN DE INVESTIGACIÓN  
Instituto de Prospectiva Tecnológica

## Prevención y control integrados de la contaminación

Documento de referencia sobre  
las mejores técnicas disponibles para el sector de la

# Química inorgánica de gran volumen de producción: sólidos y otros productos

Octubre de 2006



## RESUMEN

### Introducción

El BREF (documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles (MTD)) titulado «Química inorgánica de gran volumen de producción: sólidos y otros productos» recoge el intercambio de información efectuado con arreglo a lo dispuesto en el artículo 16, apartado 2, de la Directiva 96/61/CE del Consejo (Directiva IPPC). El presente resumen describe los principales resultados, así como las conclusiones más importantes sobre las MTD y los niveles asociados de consumo y emisiones. Conviene leerlo junto con el «Prefacio», donde se exponen los objetivos del documento BREF, cómo debe consultarse y la terminología empleada. Este texto puede leerse y comprenderse por sí solo pero, al tratarse de un resumen, no es tan completo como el documento BREF íntegro; por este motivo, no pretende sustituirlo como instrumento para la toma de decisiones en cuanto a las MTD.

### Ámbito de aplicación del documento

El BREF sobre la «Química inorgánica de gran volumen de producción: sólidos y otros productos» (LVIC-S) forma parte de un conjunto, compuesto también por los BREF sobre las industrias del cloro y la sosa (CAK), la química inorgánica de gran volumen de producción (amoníaco, ácidos y fertilizantes) (LVIC-AAF) y las especialidades químicas inorgánicas (CSIC).

No existe un sector industrial LVIC-S homogéneo y definido, por lo cual no puede establecerse una separación clara entre los cuatro grupos citados de la industria de los productos inorgánicos, ni entre los cuatro BREF correspondientes.

El presente documento se refiere, en principio, a las actividades industriales cubiertas en el anexo I de la Directiva IPPC (96/61/CE), apartado 4.2. «Instalaciones químicas para la fabricación de productos químicos inorgánicos de base», en particular las actividades indicadas en los apartados 4.2.d y 4.2.e.

El anexo I de la Directiva IPPC no prevé valores límite para la capacidad de las instalaciones de la industria química ni define los conceptos de productos LVIC-S de «gran volumen de producción» «fundamentales» (*cornerstone*) y «representativos» (*selected illustrative*), que se emplean en este documento. No obstante, para la selección de los procesos tratados en el presente trabajo se adoptaron los siguientes criterios:

- escala e importancia económica de la producción
- número de instalaciones y distribución en los Estados miembros
- incidencia en el medio ambiente de una determinada rama industrial
- concordancia de las actividades industriales con el esquema del anexo I de la Directiva
- representatividad respecto a una gama amplia de las tecnologías utilizadas en el sector LVIC-S
- disponibilidad de información y datos validados sobre los productos LVIC-S suficientes para la descripción de las «técnicas que deben tenerse en cuenta en la definición de las mejores técnicas disponibles (MTD)» y para la obtención de conclusiones sobre las MTD aplicables a la fabricación de estos productos

En este documento, se tratan los productos LVIC-S siguientes:

I. Cinco productos del nivel denominado «fundamental» (véanse los capítulos del 2 al 6):

- carbonato de sodio, incluido el bicarbonato de sodio
- dióxido de titanio (procedimiento del sulfato y procedimiento del cloruro)

## **Resumen ejecutivo**

---

- negro de humo (para caucho y para especialidades)
- sílice amorfa sintética (sílice pirogénica, sílice precipitada y gel de sílice)
- fosfatos inorgánicos (fosfatos para detergentes, alimentos y piensos)

## **II. 17 Productos LVIC-S del nivel denominado productos «representativos», tratados de manera menos detallada en el capítulo 7 (secciones 7.1 a 7.17):**

- fluoruro de aluminio (obtenido mediante dos procedimientos de fabricación: a partir del espatofluor y a partir del ácido fluosilícico)
- carburo de calcio (procedimiento electrotérmico de alta temperatura a partir de cal y carbono)
- disulfuro de carbono (procedimiento del metano, basado en la reacción del azufre con el gas natural)
- cloruro ferroso (procedimiento integrado con la fabricación de TiO<sub>2</sub> mediante el método del cloruro)
- caparrosa y productos relacionados (coproductos en la fabricación del TiO<sub>2</sub> mediante el procedimiento del sulfato)
- óxido de plomo (procedimientos de fabricación del minio y el litargirio a partir del plomo puro)
- compuestos de magnesio (fabricados mediante el procedimiento húmedo para la obtención del cloruro de magnesio y el óxido de magnesio)
- silicato de sodio (fabricación del vidrio soluble por fusión y por vía hidrotérmica)
- carburo de silicio (procedimiento electrotérmico de alta temperatura a partir de la sílice y el carbono)
- zeolitas (procedimientos de fabricación de silicatos de aluminio sintéticos, incluidas las zeolitas A e Y)
- cloruro de calcio (procedimientos de fabricación en relación con el carbonato de sodio y la magnesia y procedimiento del HCl-CaCO<sub>3</sub>)
- carbonato de calcio precipitado (fabricación por reacción del hidróxido de calcio con el CO<sub>2</sub>)
- clorato de sodio (fabricado por electrólisis de una solución acuosa de cloruro de sodio)
- perborato de sodio (fabricado por reacción del bórax y el NaOH, así como por reacción con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)
- percarbonato de sodio (fabricado por cristalización y por granulación mediante pulverización)
- sulfito de sodio y productos relacionados (familia de los productos de sodio obtenidos mediante la reacción del SO<sub>2</sub> con un álcali)
- óxido de zinc (obtenido por el procedimiento directo, los cinco procedimientos indirectos y el procedimiento químico)

El esquema de este documento consta de los cinco puntos siguientes:

- el presente resumen, que da información concisa sobre las principales conclusiones de los distintos capítulos del documento;
- el prefacio, donde se explican el carácter y los objetivos del documento, así como la utilización prevista;
- el apartado «Ámbito de aplicación del documento» que describe el alcance de las actividades del Grupo de Trabajo y el esquema del documento;
- el capítulo 1, que presenta una descripción general de la industria de los productos LVIC-S, su potencial y sus características;
- los capítulos 2, 3, 4, 5 y 6, donde se describen los cinco productos «fundamentales» de la industria de los productos LVIC-S y que incluye un capítulo sobre las mejores técnicas disponibles (MTD) para cada uno de estos productos «fundamentales»;

- el capítulo 7, donde se describen 17 grupos de procesos de los productos LVIC-S representativos y que comprende un capítulo dedicado a las MTD para cada procedimiento representativo;
- el capítulo 8, donde se dan ejemplos de las medidas de reducción generalmente aplicadas en la industria de los productos LVIC-S;
- el capítulo 9, que consiste en una descripción de las técnicas emergentes en la industria de los productos LVIC-S;
- el capítulo 10, que aporta unas observaciones finales respecto al documento,
- la bibliografía, donde se enumeran las principales fuentes de información que se consultaron para la elaboración del trabajo;
- el glosario de términos y abreviaturas, que tiene por objeto facilitar al lector la comprensión del texto, y;
- los anexos, que aportan información complementaria relacionada con el presente documento, en particular el anexo 3 recoge las «buenas prácticas medioambientales» en la industria de los productos LVIC-S.

Dado que se consideró importante no perder ninguna información sobre los productos LVIC-S, aunque fuera parcial o incompleta, en el documento «Información complementaria presentada durante el intercambio de información sobre la industria de los LVIC-S», accesible en el sitio web de la Oficina Europea para la Prevención y el Control Integrados de la Contaminación (EIPPCB) <http://eippcb.jrc.es>, se dan datos e información de carácter parcial acerca de nueve productos LVIC-S «representativos», información que podría no haberse utilizado para obtener las conclusiones sobre las MTD. Se trata de los siguientes productos: 1. cloruro de aluminio; 2. sulfato de aluminio; 3. compuestos de cromo; 4. cloruro férrico; 5. carbonato de potasio; 6. sulfato de sodio; 7. cloruro de zinc; 8. sulfato de zinc; y 9. bisulfato de sodio.

El documento de información complementaria no ha sido objeto de una revisión minuciosa y la información que contiene no ha sido validada ni respaldada por el Grupo de Trabajo ni por la Comisión Europea; sin embargo, se espera que esta información parcial pueda utilizarse para la revisión de los cuatro BREF de la industria química inorgánica.

## **Capítulo 1: Información general sobre la industria de los LVIC-S**

La industria química comunitaria tiene un índice de crecimiento del 3,1 %, superior en un 50 % aproximadamente al de la economía comunitaria en su conjunto, pero este crecimiento es desigual según los sectores, siendo el de los productos químicos inorgánicos de base el menos dinámico (0,2 %).

La participación de la UE en la producción mundial de productos químicos está en retroceso. El dinamismo de la industria química proviene no sólo de su crecimiento, sino también del rápido cambio tecnológico, que es una de las características destacadas del sector.

La industria química abastece a todos los sectores de la economía, y la industria química comunitaria es, al mismo tiempo, su propio proveedor y cliente principal, debido a unas cadenas de producción caracterizadas por la existencia de muchos pasos intermedios en la transformación de los productos químicos. La fabricación de compuestos químicos de gran volumen de producción no sólo ofrece ventajas en cuanto a economías de escala, sino que también es mucho más eficiente en los complejos industriales muy integrados que en las instalaciones aisladas.

La industria de los productos LVIC-S es uno de los pilares principales de toda la industria química comunitaria. Sin este sector, un tanto maduro y caracterizado por un crecimiento de la producción relativamente lento, sería imposible satisfacer las necesidades básicas de la economía en su conjunto.

La siguiente tabla muestra la capacidad de producción de la industria europea de los productos LVIC-S del tipo «fundamental».

Producto LVIC-S	Capacidad en la UE	Porcentaje de la producción mundial	Número de instalaciones	Rango de capacidad de las instalaciones
Carbonato de sodio	7 700 kt/año	18 %	14	160 - 1 020 kt/año
Dióxido de titanio	1 500 kt/año	37 %	20	30 - 130 kt/año
Negro de humo	1 700 kt/año	21 %	22	10 - 120 kt/año
Silicio amorfo sintético	620 kt/año	30 %	18	12 - 100 kt/año
Fosfatos inorgánicos	3 000 kt/año (*)	48 %	26 (**)	30 - 165 kt/año (***)

(\*) Datos aproximados (\*\*) Instalaciones para la fabricación de fosfatos destinados a detergentes, alimentos y piensos  
(\*\*\*) Fosfatos para detergentes

Del total de 100 instalaciones de productos LVIC-S del tipo «fundamental», 21 se encuentran en Alemania, 10 en el Reino Unido, 9 en Francia, 7 en España, 6 en los Países Bajos y 5, respectivamente, en Bélgica, Italia y Polonia. Austria, la República Checa, Finlandia, Hungría, Noruega, Portugal, Eslovenia y Suecia disponen, cada una, de menos de 5 instalaciones de productos del tipo «fundamental». Dinamarca, Grecia, Irlanda, Luxemburgo, Eslovaquia, Lituania, Letonia y Estonia no están representadas en cuanto a instalaciones LVIC-S de productos del tipo «fundamental».

Además, existen más de 300 instalaciones en la Europa de los 25 destinadas a la fabricación de los productos LVIC-S «representativos», pero puede suponerse que hay unas 400 instalaciones con capacidades muy diferentes y con numerosos procesos de producción que están relacionadas con la industria de los productos LVIC-S en la UE.

## Capítulo 2: Carbonato de sodio

El carbonato de sodio es una materia prima fundamental para las industrias del vidrio, los detergentes y la industria química en general y, como tal, es de importancia estratégica en la fabricación europea y mundial.

Puesto que Europa no dispone de yacimientos de trona, el carbonato de sodio se fabrica en la UE casi exclusivamente mediante el procedimiento Solvay, utilizando la salmuera y la caliza de la calidad requerida disponibles a nivel local. El método Solvay se desarrolló en el siglo XIX y las primeras fábricas de carbonato de sodio de Europa datan de esa época. Todas las instalaciones se han modernizado y reformado varias veces para incorporar mejoras tecnológicas y su capacidad se ha aumentado para seguir la demanda del mercado.

La capacidad europea de producción de carbonato de sodio asciende a más de 15 millones de toneladas al año (la mitad de esta capacidad corresponde a la Europa de los 25). En varias instalaciones, las fábricas de carbonato de sodio van asociadas a instalaciones para la fabricación de bicarbonato de sodio refinado.

La calidad de las materias primas elegidas y la localización geográfica de las fábricas tienen una influencia directa en la composición, el volumen y el tratamiento de los efluentes. Los principales efectos del método Solvay en el medio ambiente son la emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera y vertidos acuosos relacionados con aguas residuales procedentes de la fase de «destilación» del procedimiento.

En algunas instalaciones, la evacuación de los efluentes de la destilación constituye un problema ecológico considerable, si no se gestiona correctamente, debido a la duración de las operaciones de producción de carbonato de sodio y al volumen y composición de los lodos de la destilación (cloruros inorgánicos, carbonatos, sulfatos, álcalis, amoníaco y sólidos en suspensión, incluidos los metales pesados derivados de las materias primas).

Los lodos de la destilación se vierten directamente al medio ambiente acuático para su completa dispersión (principalmente en el caso de las fábricas de carbonato de sodio situadas en la costa) o bien, tras la separación de líquidos y sólidos (generalmente en el caso de las fábricas de carbonato de sodio en el interior), el efluente limpio se evaca a las aguas.

A la hora de determinar las MTD para la fabricación del carbonato de sodio mediante el método Solvay, se han tenido en cuenta cuestiones clave en relación con el medio ambiente, como son:

- la limitada eficiencia en la utilización de los materiales con el método Solvay debido a las limitaciones irresolubles del equilibrio químico, lo cual hace que la fabricación de carbonato de sodio tenga un impacto directo en el medio ambiente;
- la influencia de la calidad de las materias primas utilizadas (incluidos los metales pesados contenidos), en particular la calidad de la caliza, en el impacto total en el medio ambiente de la producción de carbonato de sodio;
- el volumen relativamente alto de aguas residuales que se vierten al medio ambiente acuático;
- la carga de sólidos en suspensión en las aguas residuales, incluidos los metales pesados procedentes de las materias primas, así como las limitadas posibilidades de separar estos sólidos de las aguas residuales en todas las instalaciones que producen carbonato de sodio; la mejor opción de gestión depende de las condiciones locales; sin embargo, en varias instalaciones se lleva a cabo una dispersión completa sin ninguna separación de los sólidos en suspensión.

En relación con el método Solvay, se han obtenido 13 conclusiones sobre las MTD para las fábricas de carbonato de sodio en la Europa de los 25. A continuación se dan unos ejemplos de conclusiones sobre las MTD que muestran las directrices para la mejora ambiental en el sector del carbonato de sodio (todas las cifras sobre MTD se refieren a promedios anuales).

### MTD 2

El consumo total de caliza a la entrada de la instalación debe situarse en el intervalo 1,1-1,5 toneladas por tonelada de carbonato de sodio, aunque un consumo de hasta 1,8 toneladas de caliza por tonelada de carbonato de sodio producido puede estar justificado en las instalaciones en las que no se dispone de caliza de buena calidad (es decir, caliza con bajo contenido en carbonato, malas propiedades de combustión y friabilidad de la piedra).

### MTD 3

Selección de caliza de calidad adecuada, que ha de tener las características siguientes:

- alto contenido de  $\text{CaCO}_3$ , preferiblemente entre el 95 % y el 99 % (bajo contenido de  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ , y  $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3$ )
- características físicas de la caliza adecuadas para el procesado (tamaño de las partículas, dureza, porosidad, propiedades de combustión)
- contenido limitado de metales pesados (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb y Zn) en la caliza adquirida o en la caliza de yacimientos propios

Si se utilizan yacimientos de caliza de calidad inferior, con un contenido de 85 % a 95 % de  $\text{CaCO}_3$ , y si es imposible disponer fácilmente de caliza de mejor calidad, no puede conseguirse un contenido bajo de  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SO}_3$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3$

### MTD 5

Explotación optimizada de la fábrica de carbonato de sodio para mantener las emisiones de  $\text{CO}_2$  del proceso dentro del intervalo 0,2-0,4 toneladas de  $\text{CO}_2$  al 100 % por tonelada de carbonato de sodio producido (la producción integrada de carbonato de sodio con bicarbonato de sodio refinado en la instalación puede dar lugar a niveles de emisión mucho más bajos).

## **Resumen ejecutivo**

---

### **MTD 8**

La cantidad de aguas residuales de la unidad de destilación vertidas a un curso de agua local debe situarse en el intervalo 8,5-10,7 m<sup>3</sup> por tonelada de carbonato de sodio producida.

### **MTD 10**

Referente al impacto de las aguas residuales, con sólidos en suspensión y los metales pesados asociados, derivadas de la producción de carbonato de sodio y vertidas al medio ambiente acuático:

A. Cuando el vertido final se haga al medio ambiente marino (al mar o al estuario de un río bajo la influencia de la marea, dependiendo de las características locales), hay que asegurar la dispersión de los sólidos evitando la acumulación localizada de depósitos sólidos y, en cualquier caso, minimizar el vertido de metales pesados mediante la selección de las materias primas.

B. Cuando el vertido final se haga a una masa de agua dulce hay que:

minimizar las emisiones de metales pesados mediante la aplicación de, al menos, una de las siguientes técnicas:

- selección de las materias primas adecuadas
- extracción de los sólidos gruesos de las aguas residuales
- deposición/dispersión: estanques de decantación
- deposición/dispersión: inyección profunda

minimizar la emisión de sólidos en suspensión mediante la aplicación de, al menos, una de las siguientes técnicas, dependiendo de las características de la masa de agua receptora:

- selección de las materias primas adecuadas
- extracción de los sólidos gruesos de las aguas residuales
- deposición/dispersión: estanques de decantación
- deposición/dispersión: inyección profunda

## **Capítulo 3: Dióxido de titanio**

El capítulo 3 sobre el dióxido de titanio trata de dos procedimientos totalmente diferentes para la fabricación de pigmentos de TiO<sub>2</sub>, a saber:

- el procedimiento del cloruro (proceso continuo con inventario del cloro) y
- el procedimiento del sulfato (proceso discontinuo con aprovechamiento del ácido sulfúrico gastado).

Por tanto, el capítulo 3 cubre de manera integrada los siguientes aspectos:

- Sección 3.1: Información general sobre la industria del dióxido de titanio
- Sección 3.2: Dióxido de titanio. Procedimiento del cloruro
- Sección 3.3: Dióxido de titanio. Procedimiento del sulfato
- Sección 3.4: Comparación de los procedimientos del cloruro y del sulfato
- Sección 3.5: Mejores técnicas disponibles para la fabricación del dióxido de titanio

La industria del dióxido de titanio se ha desarrollado de una manera dinámica durante las últimas décadas. Se trata de una industria a escala mundial, siendo la producción comunitaria de unos 1,5 millones de toneladas al año. Aproximadamente el 30 % de esta cantidad se fabrica mediante el procedimiento del cloruro, el resto se produce mediante el procedimiento del sulfato.

Durante los últimos 20 años la industria europea del TiO<sub>2</sub> ha invertido 1 400 millones de euros en la mejora del medio ambiente. Estas inversiones se iniciaron en los años setenta del pasado siglo y recibieron un gran impulso a raíz de las directivas de armonización sobre la producción del TiO<sub>2</sub> (Directivas 78/176/CEE, 82/883/CEE y 92/112/CEE), en las cuales se prescribían normas mínimas obligatorias para la protección del medio ambiente en relación con la industria del TiO<sub>2</sub>. La mayor parte de estas inversiones se realizaron en el procedimiento del sulfato y, actualmente, la industria comunitaria del TiO<sub>2</sub> considera que, desde el punto de vista del medio ambiente, hay poca diferencia entre los procedimientos modernos del sulfato y del cloruro.

Sin embargo, tras el análisis de 12 «técnicas que deben tenerse en cuenta en la definición de las MTD» para el procedimiento del cloruro y de 13 «técnicas que deben tenerse en cuenta en la definición de las MTD» para el procedimiento del sulfato, se llega a la conclusión en este documento de que es más probable que las nuevas instalaciones comunitarias de fabricación de TiO<sub>2</sub> adopten el procedimiento del cloruro, puesto que ofrece una mayor eficiencia energética.

Si se mantiene baja la cantidad de cloro utilizada y se aplican medidas para reducir los riesgos medioambientales de la utilización del cloro y el tetracloruro de titanio (Directiva Seveso II: Directiva 96/82/CE del Consejo relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas), es preferible el procedimiento del cloruro desde el punto de vista del impacto global que sufre el medio ambiente en la UE. Sin embargo, dada la disponibilidad de la materia prima del TiO<sub>2</sub> y los resultados del análisis del ciclo de vida, ninguno de estos dos procedimientos se clasifica de hecho como MTD y las conclusiones para ambos procedimientos formuladas en este documento se presentan paralelamente.

A la hora de determinar las MTD para la fabricación del dióxido de titanio, hay que tener en cuenta para este sector las siguientes cuestiones clave en relación con el medio ambiente:

- el impacto en el medio ambiente fuera de la UE debido a la preparación del mineral de titanio antes de la fabricación del dióxido de titanio
- las precauciones en relación con la cantidad de cloro utilizada en el procedimiento del cloruro
- las medidas adoptadas para utilizar en el procedimiento del sulfato el ácido sulfúrico gastado procedente de la hidrólisis
- la considerable cantidad de energía utilizada en los dos procedimientos, especialmente en el método del sulfato

En la fabricación del dióxido de titanio se utilizan diversas materias primas, con un contenido de TiO<sub>2</sub>, que varía del 44 al 96 %. En el procedimiento del cloruro se utilizan como materias primas minerales de TiO<sub>2</sub> o TiO<sub>2</sub> sintético, mientras que en el procedimiento del sulfato puede elegirse entre la escoria de titanio y la ilmenita, que pueden utilizarse por separado o de manera combinada. Por tanto, la conclusión más importante respecto a las MTD para la industria del TiO<sub>2</sub>, tanto en lo que se refiere al procedimiento del cloruro como al del sulfato, es la importancia de una selección de materias primas con una buena relación coste-calidad, basada, por ejemplo, en la evaluación del ciclo de vida, con un nivel lo más bajo posible de impurezas perjudiciales, de tal manera que se reduzca el consumo de materias primas, el consumo de energía y la generación de residuos, para conseguir que la planta de TiO<sub>2</sub> tenga la menor incidencia posible en el medio ambiente.

La aplicación de esta MTD fundamental está relacionada con el impacto ambiental producido en las fases anteriores a la fabricación de TiO<sub>2</sub> (extracción y preparación del mineral), por tanto debe aplicarse un enfoque integral y unas buenas prácticas industriales en la selección de la materia prima utilizada, a fin de lograr un alto nivel de protección del medio ambiente en su conjunto.

Las cifras sobre consumo y emisión se refieren a una tonelada de pigmento de TiO<sub>2</sub>, pero, como varía el contenido de TiO<sub>2</sub> en los pigmentos producidos y no se dispone de datos por tonelada de TiO<sub>2</sub> 100 % puro, es difícil sacar unas conclusiones cuantitativas respecto a las MTD para la

## **Resumen ejecutivo**

---

fabricación del dióxido de titanio. No obstante, se han sentado dos conclusiones cuantitativas en cuanto a MTD acerca del consumo de energía en ambos procesos, que se indican a continuación.

### **Procedimiento del cloruro, MTD 13**

Mejora en la eficiencia energética total del procedimiento del cloruro de manera que se sitúe en el intervalo 17-25 GJ/t de pigmento de TiO<sub>2</sub> (para las instalaciones que trabajan a plena capacidad), teniendo en cuenta que la mayor parte del consumo de energía (entre 10 y 15 GJ/t de pigmento de TiO<sub>2</sub>) corresponde a la etapa de acabado y que la cantidad de energía consumida depende mucho de las características del producto final. Si el cliente demanda un tamaño más fino de las partículas del pigmento producido, hay que contar con un aumento de la energía consumida en el tratamiento húmedo y en el acabado.

### **Procedimiento del sulfato, MTD 17**

Mejora en la eficiencia energética total en el procedimiento del sulfato (para instalaciones que trabajan a plena capacidad) situándola en el intervalo 23-41 GJ/t de pigmento de TiO<sub>2</sub>, y a partir de ahí:

- 1) 23–29 GJ/t de pigmento de TiO<sub>2</sub> en el método de la neutralización del ácido sulfúrico y
- 2) 33–41 GJ/t de pigmento de TiO<sub>2</sub> en el método de la reconcentración del ácido sulfúrico.

Dadas las distintas combinaciones de los sistemas empleados en la industria del TiO<sub>2</sub> comunitaria para la neutralización y/o la reconcentración del ácido, los valores extremos indicados en 1) y 2) sólo deben entenderse como niveles indicativos para el cálculo de la eficiencia energética total de la instalación de TiO<sub>2</sub>.

Hay que tener en cuenta también que la etapa del acabado consume una gran parte de la energía total (entre 10 y 15 GJ/t de pigmento de TiO<sub>2</sub>) y que el consumo de energía depende en gran medida de las características del producto final. Si el cliente demanda un tamaño más fino de las partículas del pigmento producido, hay que contar con un aumento de la energía consumida en el acabado del producto. Un aumento de la cantidad de sulfato eliminada de los efluentes líquidos también comporta un mayor consumo de energía.

Finalmente, conviene tener en cuenta también que, para ambos procedimientos, se han definido en este documento valores límite de emisión a las aguas y la atmósfera correspondientes a las MTD, especialmente para las emisiones de metales pesados a las aguas.

## **Capítulo 4: Negro de humo**

En torno al 65 % del consumo mundial de negro de humo tiene lugar en la fabricación de neumáticos y productos relacionados con los neumáticos para automóviles y otros vehículos. Aproximadamente el 30 % se dedica a la fabricación de otros productos de caucho y el resto, a la de plásticos, tinta de impresión, pinturas, papel y otros.

Actualmente, la capacidad instalada en todo el mundo asciende aproximadamente a 8 millones de toneladas al año, siendo la demanda mundial de negro de humo del orden de 6 millones de toneladas al año. Esta cantidad se produce en más de 150 fábricas de negro de humo en 35 países. Del total mundial, 1,7 millones de toneladas al año corresponden a 22 instalaciones situadas en 12 Estados miembros de la Europa de los 25.

Las mezclas de hidrocarburos gaseosos o líquidos son las materias primas preferidas para la producción de negro de humo. Como los hidrocarburos alifáticos dan un rendimiento inferior a los aromáticos, se utilizan sobre todo estos últimos.

El contenido de azufre en el negro de humo utilizado como materia prima es de importancia capital para la evaluación de la incidencia en el medio ambiente de las fábricas de negro de humo europeas.

El procedimiento más importante hoy en día es el del negro de horno, mediante el cual se produce más del 95 % del negro de humo en el mundo. Casi todos los negros de humo para caucho y para una parte considerable de los pigmentos se fabrican mediante este método. Se trata de un proceso continuo, cuyas ventajas son su gran flexibilidad y su carácter más económico en comparación con otros métodos. La capacidad de producción normal de un reactor moderno de negro de horno es de aproximadamente 2 000 kg/h.

Al sentar conclusiones sobre las MTD para la industria del negro de humo, se han tenido en cuenta cuestiones medioambientales clave, como son:

- la dependencia de la industria del negro de humo europea respecto a la disponibilidad de productos primarios petroquímicos y carboquímicos con una proporción alta de carbono respecto al hidrógeno y un elevado contenido de componentes aromáticos, productos estos que dan lugar a los rendimientos más altos y causan un menor impacto en el medio ambiente;
- el contenido de azufre en la materia prima utilizada en la fabricación de negro de humo y su influencia en las emisiones de SO<sub>x</sub> a la atmósfera;
- el procedimiento moderno del horno utilizado en la industria europea del negro de humo, que permite una capacidad de producción elevada, siendo las características ambientales más típicas de este proceso la alta intensidad energética y las emisiones de NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> y polvo a la atmósfera;
- las medidas integradas en el proceso, incluidas la reducción primaria de NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub>, y la combustión de gases de cola con recuperación de energía, seguidas de posibles medidas de final de proceso destinadas a reducir las emisiones de NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub> y polvo a la atmósfera, con el fin de amortiguar el impacto en el medio ambiente de la producción de negro de humo de la Europa de los 25.

Se han sacado varias conclusiones respecto a las MTD para las instalaciones de producción de negro de humo en la Europa de los 25, basadas en el procedimiento del horno, como son: el uso de materias primas con bajo contenido de azufre, la cantidad de negro de humo en el gas de cola filtrado, la quema en antorcha, las emisiones de NO<sub>x</sub> y las emisiones de polvo.

De éstas, la más ilustrativa es la secuencia de actuaciones que constituye la conclusión respecto a la MTD relativa al contenido de azufre de la materia prima del negro de humo. La conclusión final a la que se llega es la siguiente.

#### MTD 1

Utilización de materia prima con bajo contenido de azufre: la utilización de materia prima con un contenido de azufre situado entre el 0,5 y el 1,5 % como promedio anual. El nivel de emisión correspondiente a la MTD es de 10–50 kg SO<sub>x</sub> (expresados en SO<sub>2</sub>) por tonelada producida de negro de humo para caucho, como promedio anual. Estos niveles se consiguen suponiendo que la materia prima secundaria sea el gas natural, aunque también pueden utilizarse otros hidrocarburos líquidos o gaseosos.

En la producción de negro de humo para usos especializados (negros para pigmentos de superficie específica elevada) se prevén niveles de emisión superiores.

#### **Capítulo 5: Sílice sintética amorfa**

La sílice sintética amorfa se fabrica o bien mediante el procedimiento térmico (hidrólisis a alta temperatura de clorosilanos: sílice pirogénica) o bien mediante un proceso húmedo (precipitación de una solución de vidrio soluble con ácidos: sílice precipitada y gel de sílice) y se emplea para numerosas aplicaciones (resinas sintéticas, plásticos, caucho, cosméticos y productos alimentarios, así como medicamentos, materiales de relleno o antiaglomerantes).

Al obtener las conclusiones sobre las MTD para la industria de la sílice amorfa sintética, se han tenido en cuenta las siguientes cuestiones medioambientales clave:

## **Resumen ejecutivo**

---

- En la fabricación de la sílice pirogénica amorfa sintética, la cuestión medioambiental crucial es la disminución de las emisiones de cloro aplicando operaciones integradas en los procesos (inyección de hidrógeno, inyección de metano e hidrógeno, incineración), seguida de la separación del cloruro de hidrógeno del gas emitido y, finalmente, utilizando la técnica de final de proceso consistente en el lavado del cloro residual del gas emitido y el tratamiento del flujo de hipoclorito de sodio resultante bien con peróxido de hidrógeno, bien mediante conversión catalítica, para obtener cloruro de sodio.
- En la fabricación de la sílice precipitada amorfa sintética y del gel de sílice, la cuestión medioambiental más importante es la adecuada selección e integración de la separación de líquidos y sólidos, y las técnicas de secado de la sílice a fin de ahorrar energía y reducir las consiguientes emisiones de CO<sub>2</sub>, SO<sub>X</sub> y NO<sub>X</sub> a la atmósfera.

## **Capítulo 6: Fosfatos inorgánicos**

Este documento trata de la producción de tres grupos de fosfatos inorgánicos:

- fosfatos para detergentes, en particular el tripolifosfato de sodio (STPP)
- fosfatos para alimentos (alimentos para el consumo humano o componentes farmacéuticos), en particular el tripolifosfato de sodio (STPP)
- fosfatos para piensos (complementos para piensos), especialmente el fosfato dicálcico

Al obtener las conclusiones sobre las MTD para la industria de los fosfatos inorgánicos, se han tenido en cuenta las siguientes cuestiones medioambientales clave:

- Los fosfatos inorgánicos se obtienen de roca fosfatada. Según la calidad de la roca y el tratamiento previo (purificación) del ácido fosfórico intermedio, varía el impacto en el medio ambiente en general, y también varían en gran medida los efectos cruzados entre los distintos medios. Es difícil hacer comparaciones detalladas puesto que contamos con pocos datos sobre la purificación del ácido fosfórico húmedo no destinado a la fabricación de abonos (etapa del proceso que se encuentra fuera del ámbito de aplicación de este documento).
- Para el tripolifosfato de sodio (STPP) destinado a los detergentes, basado en el procedimiento del ácido fosfórico «verde», pueden señalarse dos problemas medioambientales relacionados con el proceso: en la etapa húmeda las acumulaciones de yeso y otras impurezas procedentes de las materias primas utilizadas, y en la etapa seca las emisiones de flúor, las gotas de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y el polvo de STPP producidos.
- Para el STPP destinado a la fabricación de detergentes y alimentos, basado en el ácido fosfórico húmedo purificado no destinado a abonos, la principal incidencia en el medio ambiente se produce en la fase anterior: la etapa húmeda de la purificación del ácido. En la fase seca del procedimiento de producción del STPP, los principales problemas son de nuevo las emisiones de flúor, las gotas de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y el polvo.
- Para el fosfato dicálcico (DCP) destinado a piensos, en el procedimiento del ácido fosfórico, basado en el ácido fosfórico húmedo purificado no destinado a abonos, la principal incidencia en el medio ambiente se produce en la fase anterior: la etapa húmeda de la purificación del ácido. En la etapa seca del procedimiento de producción de DCP, las cuestiones clave son las emisiones de polvo a la atmósfera y de fósforo a las aguas. En cambio, en el método del ácido clorhídrico, los problemas fundamentales son las emisiones de polvo y HCl a la atmósfera, de fósforo a las aguas y de residuos sólidos al suelo.

## **Capítulo 7: Productos LVIC-S «representativos»**

El capítulo 7 cubre en total 17 productos LVIC-S «representativos», tratados en el documento BREF con menos detalle que los productos LVIC-S «fundamentales».

Dadas las limitaciones del resumen, y el tamaño del capítulo 7, que supera las 240 páginas, es imposible comentar, ni siquiera brevemente, todos los procedimientos aplicados para la fabricación de productos LVIC-S «representativos», ni tampoco el análisis de las «Técnicas que

deben tenerse en cuenta para la definición de las MTD» ni las conclusiones detalladas sobre las MTD expuestas en ese capítulo.

Sin embargo, conviene señalar que, al sentar conclusiones sobre las MTD para la fabricación de productos «representativos», se recogió un total de 126 mejores técnicas disponibles.

Se ha intentado encontrar aspectos comunes en las propuestas de MTD relativas a estos 17 productos LVIC-S, pero, aparte de algunas semejanzas en cuanto a técnicas correctivas para la recogida de polvo, no se llegó a otras conclusiones comunes sobre las MTD para este grupo.

### **Capítulo 8: Medidas de reducción comunes en la industria de los productos LVIC-S**

Siguiendo las indicaciones del anexo IV de la Directiva IPPC, que deben tenerse en cuenta al definir las MTD, el capítulo 8 da información sobre las fuentes de emisión a la atmósfera y las técnicas disponibles de reducción de emisiones a la atmósfera, así como sobre las emisiones al agua y las emisiones de residuos sólidos en la industria de los productos LVIC-S. A continuación, se da una descripción de los instrumentos de gestión ambiental y, finalmente, se presentan las conclusiones sobre la mejor técnica disponible para la gestión ambiental. El capítulo 8 está estrechamente relacionado con el anexo 3 («Buenas prácticas medioambientales (BPM) para la aplicación de la tecnología, el diseño de instalaciones, el mantenimiento, la explotación, la protección del medio ambiente y el cierre de instalaciones en la industria de los productos LVIC-S»).

### **Capítulo 9: Nuevas técnicas emergentes en la industria de los productos LVIC-S**

El análisis de las técnicas actualmente disponibles en la industria de los LVIC-S muestra que se cuenta con poca información sobre las nuevas técnicas que van surgiendo. Las innovaciones y las técnicas emergentes definidas en este documento se refieren a la fabricación de carbonato de sodio, dióxido de titanio, negro de humo y carburo de silicio.

### **Capítulo 10: Observaciones finales**

El capítulo de observaciones finales contiene información complementaria acerca de la reunión inicial sobre los productos LVIC-S, los hitos en la elaboración del documento y el grado de consenso alcanzado respecto a las propuestas de MTD para los procesos de los capítulos del 2 al 7, así como respecto a las propuestas de MTD generales para la industria de los productos LVIC-S. A continuación, se dan unas recomendaciones para ulterior investigación y recogida de información sobre los productos LVIC-S y, finalmente, unas recomendaciones para la actualización del documento.

Mediante sus programas de investigación y desarrollo tecnológico (IDT) la UE lanza y apoya una serie de proyectos sobre tecnologías limpias y estrategias de gestión. Estos proyectos podrían aportar una contribución útil a futuras revisiones de los BREF. Por lo tanto, se ruega a los lectores que informen a la Oficina Europea de Prevención y Control Integrados de la Contaminación (EIPPCB) de todos los resultados de las investigaciones pertinentes al ámbito de este documento (véase también el prefacio del documento).