



COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS

Bruselas, 26.7.2000
COM(2000) 469 final

LIBRO VERDE

Cuestiones medioambientales relacionadas con el PVC

(presentado por la Comisión)

INDICE

1.	Introducción.....	3
2.	La industria del PVC y sus productos.....	4
2.1.	<i>PVC : el material y sus aplicaciones</i>	4
2.2.	<i>Procesos de producción del PVC y de los compuestos de PVC</i>	5
2.3.	<i>Estructura y descripción de la industria del PVC</i>	7
3.	El uso de aditivos en el PVC.....	8
3.1.	<i>Variedad y tipos de aditivos</i>	8
3.2.	<i>Estabilizantes</i>	8
3.3.	<i>Plastificantes</i>	14
4.	La gestión de residuos de PVC.....	16
4.1.	<i>Situación actual y evolución futura</i>	17
4.2.	<i>Reciclado mecánico</i>	18
4.3.	<i>Reciclado químico</i>	24
4.4.	<i>Otras tecnologías de reciclado y valorización, incluida la coincineración</i>	26
4.5.	<i>Incineración</i>	27
4.6.	<i>Eliminación en vertedero</i>	34
5.	Otros aspectos horizontales relativos al PVC	36
6.	Conclusión.....	38

LIBRO VERDE

Cuestiones medioambientales relacionadas con el PVC

1. INTRODUCCIÓN

La Comisión se ha comprometido a evaluar el impacto del PVC en el medio ambiente, incluyendo las cuestiones relativas a la salud humana, siguiendo un enfoque integrado. En la propuesta de Directiva relativa a los vehículos para desguace¹, se afirma que *“la Comisión estudiará los datos relativos a los aspectos medioambientales relacionados con la presencia del PVC en los flujos de residuos; que, basándose en dichos datos la Comisión revisará su política sobre la presencia de PVC en los flujos de residuos y presentará propuestas para hacer frente a los problemas que puedan surgir a este respecto”*. En la Posición Común del Consejo sobre dicha propuesta², se afirma además que *“la Comisión estudia en la actualidad los efectos del policloruro de vinilo (PVC) sobre el medio ambiente. La Comisión, basándose en ese trabajo, formulará las propuestas oportunas en relación al uso del PVC, en las que incluirá consideraciones sobre los vehículos”*.

El PVC ha sido el centro de un controvertido debate durante gran parte de las últimas décadas. Sobre la cuestión del PVC y sus repercusiones en la salud humana y el medio ambiente se han expresado gran cantidad de opiniones divergentes desde el campo científico, técnico y económico. Algunos Estados miembros han recomendado o adoptado medidas relativas a aspectos específicos del ciclo de vida del PVC. Estas medidas no son idénticas y algunas de ellas pueden tener consecuencias para el mercado interior. Por consiguiente es necesario un enfoque integrado para evaluar el ciclo de vida total con el fin de desarrollar las medidas necesarias para garantizar un nivel elevado de protección de la salud humana y del medio ambiente, así como el funcionamiento adecuado del mercado interior.

Los dos objetivos del presente documento son, en primer lugar, presentar y evaluar sobre una base científica las diversas cuestiones medioambientales, incluidos los aspectos relacionados con la salud humana que aparecen durante el ciclo de vida del PVC y, en segundo lugar, considerar, con vistas al desarrollo sostenible, una serie de opciones para reducir dichos impactos que es preciso abordar. Este documento servirá como base para una consulta con las partes interesadas con el fin de encontrar soluciones prácticas a las cuestiones sanitarias y medioambientales que plantea el PVC.

¹ COM (97) 358 final

² Posición Común (CE) nº 39/1999

2. LA INDUSTRIA DEL PVC Y SUS PRODUCTOS

2.1. PVC : el material y sus aplicaciones

El policloruro de vinilo (PVC) es un material polímero sintético (o resina), que se elabora mediante la adición repetida del cloruro de vinilo monómero (CVM), de fórmula $\text{CH}_2=\text{CHCl}$. Por lo tanto, el PVC tiene la misma estructura que el polietileno, excepto que cuenta con la presencia de cloro. En el PVC el cloro representa el 57% del peso de la resina de polímero pura. El 35% del cloro producido por electrólisis cloroalcalina acaba en PVC, lo que hace de éste su principal uso.

El PVC puro es un material rígido cuyas propiedades son la resistencia mecánica, una resistencia considerable a la intemperie, la resistencia al agua y a los productos químicos y, el aislamiento eléctrico, aunque presenta una relativa inestabilidad al calor y la luz.. El calor y la luz ultravioleta producen una pérdida de cloro en forma de cloruro de hidrógeno (HCl). Esto puede evitarse mediante la adición de estabilizadores. Los estabilizadores a menudo están compuestos de sales de metales como el plomo, bario, calcio o cadmio, o de compuestos organoestánicos³.

Las propiedades mecánicas del PVC pueden modificarse mediante la adición de compuestos de bajo peso molecular que se mezclan con la matriz polímera. La adición de estos llamados plastificantes en diferentes cantidades genera materiales con una importante versatilidad de propiedades que han dado lugar a que el PVC se utilice en una amplia gama de aplicaciones. Los principales tipos de plastificantes utilizados son ésteres de ácidos orgánicos, principalmente ftalatos y adipatos⁴.

La principal distinción entre las numerosas aplicaciones se establece entre "PVC rígido" (que constituye casi las dos terceras partes del uso total) y "PVC flexible" (que representa cerca de una tercera parte).

El siguiente cuadro presenta las principales aplicaciones del PVC en Europa y el porcentaje de su uso global. La gran cantidad de aplicaciones se caracteriza por una amplia gama de ciclos de vida, que oscilan desde varios meses a más de 50 años para algunos productos de construcción. Las principales aplicaciones del PVC en Europa se encuentran en el sector de la construcción, que representa el 57% de todos los usos y en el que los productos también cuentan con los ciclos de vida media más largos.

Cuadro 1: Principales categorías de uso del PVC en Europa (1999)⁵

Uso / aplicación	Porcentaje	Ciclo de vida medio (años)
Construcción	57	10 a 50
Envasado	9	1
Muebles	1	17
Otras aplicaciones domésticas	18	11
Electricidad/electrónica	7	21
Automoción	7	12
Otros	8	2-10

³ En la sección 3 se precisan más detalles y cantidades.

⁴ En la sección 3 se precisan más detalles y cantidades.

⁵ Prognos, reciclado mecánico de residuos de PVC, estudio para la DG XI, enero de 2000.

2.2. Procesos de producción del PVC y de los compuestos de PVC

La producción y utilización masivas del PVC empezaron en los años 50 y 60, aunque la primera producción industrial se produjo en los años 30.

La producción mundial de PVC se eleva en la actualidad a más de 20 millones de toneladas anuales —frente a 3 millones de toneladas en 1965—, que corresponde a aproximadamente una quinta parte de la producción total de plástico. El PVC es, por lo tanto, uno de los materiales sintéticos más importantes. La producción se sitúa principalmente en los Estados Unidos, Europa occidental y Asia. La producción en Europa occidental en 1998 fue de 5,5 millones de toneladas (aproximadamente el 26% de la producción mundial). El índice de crecimiento medio de la producción de PVC en los últimos años ha oscilado entre el 2 y el 10%, con diferencias por regiones (más alto en Asia, más bajo en Europa) y por aplicaciones (más alto para el PVC rígido y más bajo para el flexible). Los precios del PVC virgen son muy cíclicos debido a las variaciones de la oferta y la demanda y de los precios de las materias primas.

Para producir PVC se utilizan dos procesos fundamentales: polimerización en suspensión de CVM (80%) y polimerización en emulsión (10%).

La producción de CVM a partir de etileno y cloro, o etileno y HCl respectivamente, tiene lugar en gran medida en procesos industriales cerrados. Pueden producirse emisiones de cloro, etileno, dicloruro de etileno, HCl, CVM y subproductos clorados, incluidas dioxinas, en el entorno del trabajo o en el entorno exterior (aire y agua). Varios de estos productos químicos son sustancias tóxicas bien conocidas⁶ y por lo tanto son necesarias medidas estrictas de control de emisiones. Varias Directivas comunitarias son aplicables a los procesos de producción del PVC y el CVM⁷.

Al igual que en otros sectores de la industria química, a lo largo de los años se han ido produciendo continuas mejoras en los procesos de producción. Se han determinado las mejores tecnologías disponibles para la producción de CVM y PVC en suspensión, lo que ha dado lugar a la adopción de una serie de Decisiones OSPAR (Convenio sobre protección del medio marítimo del Nordeste Atlántico)⁸. Ya en

⁶ De acuerdo con la Directiva 67/548/CEE, el CVM está clasificado como carcinógeno en la categoría 1, el dicloruro de etileno como carcinógeno en la categoría 2 y el HCl como corrosivo e irritante para el sistema respiratorio.

⁷ Protección sanitaria de los trabajadores expuestos al cloruro de vinilo monómero. Directiva 78/610/CEE del Consejo, de 29.6.78 (DO L197 de 22.7.1978, p. 12)

Las disposiciones de la Directiva 96/61/CE relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación, la Directiva 76/464/CEE y la Directiva 86/280/CEE relativas a vertidos de determinadas sustancias peligrosas, así como la Directiva 84/360/CEE relativa a la lucha contra la contaminación atmosférica procedente de las instalaciones industriales son aplicables a los procesos de producción de PVC y CVM. La Directiva 96/61/CE establece la aplicación de las mejores tecnologías disponibles (MTD) como la norma general para los valores límite de emisión. La Comisión publicará en 2001/2002 información relativa a las MTD para grandes volúmenes de productos químicos orgánicos, como parte del intercambio de información sobre MTD que se está organizando de conformidad con el apartado 2 del artículo 16 de la Directiva 96/61/CE. Es posible que se adopten nuevos valores límite de emisión de conformidad con el artículo 18 de la Directiva.

⁸ Las Decisiones 98/4 y 98/5 entraron en vigor el 9 de febrero de 1999 para las nuevas instalaciones y el 1 de enero de 2006 para las instalaciones existentes. La Comisión, en su propuesta de Decisión del Consejo [COM(1999) 190 final], propone que se aprueben dichas Decisiones en nombre de la Comunidad.

1995, la Asociación de productores de PVC europeos (ECVM) había firmado un compromiso voluntario. En esta Carta del sector industrial sobre la producción de CVM y PVC (en suspensión), se fijaron estrictos valores límite de emisión para una serie de productos químicos, que tenían que respetarse antes de 1998. El cumplimiento se comprobó por medio de una auditoría independiente, que certificó un cumplimiento global del 88% de todas las normas. La ECVM ha expresado su intención de lograr lo antes posible el cumplimiento total. Además de la Carta sobre la producción de CVM y PVC en suspensión, la ECVM firmó en 1998 una carta sobre la producción de PVC en emulsión con valores límite estrictos de emisión de CVM a la atmósfera y el agua y de contenido en CVM del polímero final. Las empresas que, aun cumpliendo la normativa o exigencias nacionales y locales existentes, todavía no cumplen los límites más estrictos de la Carta voluntaria se han comprometido a hacerlo antes de finalizar 2003. Se ha previsto una verificación externa independiente a principios de 2004.

El PVC en bruto se transforma en productos acabados en varias fases. La adición de los aditivos necesarios se denomina mezcla de PVC. El PVC es un material termoplástico, es decir, que se funde con el calor y puede adquirir muchas formas y apariencias a través de diversos procesos. Tras el enfriado, el material recupera sus propiedades originales. En la transformación del PVC se emplean gran cantidad de métodos diferentes que utilizan este principio, en particular la extrusión, el calandrado, el moldeo por inyección, el moldeo por soplado, el moldeo por rotación, el termoformado y el soplado en láminas.

Durante la mezcla y otras transformaciones, pueden producirse emisiones de una serie de sustancias peligrosas, con la consiguiente exposición de los trabajadores. La mezcla del polvo de PVC y de los aditivos (también en forma de polvo o en líquido) normalmente se realiza en un equipo cerrado. La exposición de los trabajadores puede producirse en el momento de dosificar los componentes en la mezcladora. Esta exposición puede eliminarse o reducirse al mínimo conforme a lo dispuesto en la Directiva 98/24/CE del Consejo de 7 de abril de 1998 relativa a la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo⁹.

En casos de calentamiento excesivo durante la conversión de PVC por calentamiento, conformado y enfriamiento, existe un riesgo de emisión de una serie de compuestos de degradación, de los cuales el más importante es el HCl. Sin embargo, las cantidades generadas son pequeñas y tienen un potencial bajo de efectos negativos sobre el medio ambiente. Las cantidades de CVM monómero en reposo emitidas durante la conversión se consideran muy reducidas¹⁰. Las emisiones de estabilizadores y plastificantes también son muy pequeñas si se adoptan las medidas adecuadas. En general, tienen que tomarse medidas de protección de los trabajadores con el fin de cumplir la legislación existente en materia de protección de los trabajadores y del medio ambiente¹¹.

⁹ DO L 131 de 5.5.1998, p.11

¹⁰ Agencia Danesa para la Protección del Medio Ambiente, Proyecto Medioambiental nº 313, Aspectos Medioambientales del PVC, 1995.

¹¹ Agencia Danesa para la Protección del Medio Ambiente, *op.cit.*

2.3. Estructura y descripción de la industria del PVC

Según las últimas estadísticas facilitadas por la industria del PVC, se calcula que el total de industrias que producen y transforman PVC en Europa occidental comprende más de 21.000 empresas con más de 530.000 puestos de trabajo y un volumen de negocios de más de 72.000 millones de euros. En líneas generales el sector industria puede dividirse en cuatro grupos: productores de polímero de PVC, productores de estabilizantes, productores de plastificantes y transformadores de PVC.

El polímero de PVC es producido por un número relativamente reducido de empresas, la mayoría de las cuales se encuentran en Europa, Estados Unidos y Japón. La capacidad de producción en los países en desarrollo también presenta un crecimiento constante. El consumo anual en Europa occidental es ligeramente superior a la producción y, desde principios de los años 90, las importaciones han sido superiores a las exportaciones, lo que dio lugar a una pequeña importación neta de cerca de 230.000 toneladas en 1998 (fecha en que la producción interna estaba en torno de los 5,5 millones de toneladas)¹². Varios fabricantes forman parte de la industria del cloro o petroquímica y producen también etileno, cloro y CVM monómero. En 1999, existían 10 empresas productoras de CVM y PVC, que disponían de 52 instalaciones en 40 lugares de 10 Estados miembros y Noruega y daban trabajo a cerca de 10.000 personas.

Once empresas europeas (22 instalaciones) producen más del 98% de los estabilizantes vendidos en Europa. Cuentan con unos 5.000 trabajadores para una producción de 160.000 toneladas de fórmulas de estabilizantes y un volumen de negocios de unos 380 millones de euros.

En 1999 existían aproximadamente 20 empresas que producían cerca de un millón de toneladas de plastificantes en Europa, y las tres más importantes representaban alrededor del 40% de la capacidad total¹³. Este número está reduciéndose: las empresas más pequeñas están abandonando la producción o están siendo compradas por empresas grandes. Se calcula que cerca de 6.500 personas trabajan en esta industria. La tendencia de la producción de 1990 a 1995 fue un incremento anual del 1,5%. Europa occidental es un exportador neto de plastificantes.

La transformación de PVC en productos finales, que exige dos o tres operaciones de elaboración diferentes, se realiza esencialmente en más de 21.000 pequeñas y medianas empresas. El 90% de estas PYME tienen menos de 100 empleados, el 5% tienen entre 100 y 500 empleados y el 5% restante tienen más de 500 empleados. El cuadro 2 resume la información relativa al número de empresas, producción y empleo en el conjunto de la cadena industrial del PVC.

¹² Fuente: ECVI, basada en datos facilitados por EUROSTAT.

¹³ Información obtenida del Consejo Europeo para plastificantes y productos intermedios.

Cuadro 2: Industria del PVC: empresas, producción, empleo¹⁴

Productos	Empresas	Producción (toneladas)	Puestos de trabajo
PVC Total	21.199	7.900.000	530.000
Productos flexibles	10.321	3.700.000	260.000
Productos rígidos	10.878	4.200.000	270.000

3. EL USO DE ADITIVOS EN EL PVC

3.1. Variedad y tipos de aditivos

Con el fin de obtener la gama de propiedades necesarias en los productos acabados, el polímero de PVC se mezcla con aditivos. Según la aplicación a que se destina, la composición de la mezcla de PVC (resina + aditivos) puede variar considerablemente debido a las diferentes cantidades de aditivos que se incorporan en el polímero como cargas, estabilizantes, lubricantes, plastificantes, pigmentos o pirorretardantes. Se utiliza una gran cantidad de formulaciones diferentes de compuestos de PVC para fabricar productos. El uso de plastificantes (principalmente ftalatos) y estabilizantes en cantidades bastante elevadas constituye una característica específica de la elaboración del PVC en comparación con otros tipos de plásticos. Todos los demás tipos de aditivos se utilizan también en proporciones variables con otros materiales plásticos.

Las categorías de aditivos más importantes, que han de ser evaluadas por científicos en cuanto a su peligrosidad y los riesgos para la salud humana y el medio ambiente, son los estabilizantes, en particular los que contienen metales pesados como plomo y cadmio, y los plastificantes, principalmente los ftalatos.

3.2. Estabilizantes

Los estabilizantes se añaden al polímero de PVC para evitar su degradación por el calor y la luz. Se utilizan diferentes tipos de estabilizantes y su contenido en el producto final varía según los requerimientos técnicos de la aplicación a que se destinen.

Los estabilizantes de plomo son en la actualidad los más ampliamente utilizados, en particular el sulfato de plomo y el fosfito de plomo. En Europa se utilizaron en 1998 aproximadamente 112.000 toneladas¹⁵ de estabilizantes de plomo, que contenían cerca de 51.000 toneladas de plomo metálico y que representaron el 70%¹⁶ del consumo total de estabilizantes. Puesto que el consumo total de plomo en Europa fue en 1995 de alrededor de 1,6 millones de toneladas¹⁷, los estabilizantes de plomo

¹⁴ Información obtenida de la Confederación Europea de Transformación del Plástico (EuPC).

¹⁵ Donnelly, J.P. (1999): Evaluación del riesgo de los estabilizantes del PVC durante la producción y el ciclo de vida del producto. Actas del seminario OSPARCOM

¹⁶ Informe de la Industria Europea sobre el PVC y los Estabilizantes. ECVI. Documento elaborado por el ECVI en colaboración con ELSA y ORTEP, 1997

¹⁷ Eurometaux, Informe anual 1999.

constituyen en torno al 3% del consumo total. Los estabilizantes de plomo se utilizan principalmente en tuberías, perfiles y cables.

Algunos productores todavía utilizan estabilizantes de cadmio en marcos de ventanas de PVC, en los que la legislación comunitaria aún autoriza su uso. En Europa, el uso de cadmio ha descendido considerablemente, pasando de unas 600 t/año en 1992¹⁸ a 100 t/año en 1997 y a 50 t/año en 1998.

En Europa se utilizaron en 1998 unas 14.500 toneladas de estabilizantes sólidos de mezclas de metales y 16.400 toneladas de estabilizantes líquidos^{19,20}. Entre estos tipos de estabilizantes, los sistemas calcio/zinc y bario/zinc son los más frecuentemente utilizados.

Los compuestos organoestánicos, con un consumo de 15.000 toneladas²¹, representan aproximadamente el 9,3% del consumo europeo de estabilizantes. Varios tipos de organoestánicos, en particular las mezclas de compuestos mono y bioorganoestánicos, se utilizan como estabilizantes, principalmente en láminas rígidas para embalajes, botellas, cubiertas para techar y planchas transparentes rígidas para la construcción.

De conformidad con la Directiva 67/548/CEE del Consejo relativa a la clasificación, embalaje y etiquetado de las sustancias peligrosas modificada²², la mayoría de los compuestos de plomo, incluidos los utilizados en el PVC, están clasificados como tóxicos para la reproducción, nocivos, peligrosos para el medio ambiente (ecotóxicos) y presentan peligro de efectos acumulativos. El plomo es persistente y determinados compuestos de plomo se acumulan en algunos organismos.

La mayor parte de los compuestos de cadmio están clasificados, de conformidad con la Directiva 67/548/CEE del Consejo, como nocivos y peligrosos para el medio ambiente (ecotóxicos). Otros compuestos de cadmio están clasificados como nocivos, tóxicos o muy tóxicos. Algunos compuestos también están clasificados como carcinogénicos (categoría 2). El cadmio es persistente y algunos compuestos de cadmio se acumulan en determinados organismos.

Los datos sobre compuestos organoestánicos utilizados como estabilizantes en el PVC muestran que el dioctilestano es tóxico para el sistema inmune. Dichos efectos inmunotóxicos no se han observado en los demás compuestos organoestánicos usados como estabilizantes del PVC (dimetilestano, dodecilestano, monobutilestano). Los compuestos de dioctilestano presentan localmente un posible riesgo medioambiental en el medio acuático.

Es preciso hacer una distinción entre los peligros y los riesgos de las sustancias químicas. Hasta la fecha, todavía no se ha completado ninguna evaluación global del riesgo sobre el uso de compuestos de cadmio y plomo como estabilizantes en los

¹⁸ Seminario de OSPARCOM sobre el cadmio 1997

¹⁹ Cifras facilitadas por la Asociación Europea de Productores de Estabilizantes (ESPA)

²⁰ Donnelly, J.P. (1999), *op.cit.*

²¹ Donnelly, J.P. (1999), *op.cit.*

²² DO L 196, de 16 de agosto de 1967, p. 1. (Los compuestos de plomo han sido clasificados mediante la Directiva 98/98/CE de la Comisión de 15 de diciembre de 1998 (25ª adaptación al progreso técnico), DO L 355, 30.12.1998, p. 1).

productos de PVC. En virtud del Reglamento (CEE) nº 793/93 del Consejo, de 23 de marzo de 1993, sobre evaluación y control del riesgo de las sustancias existentes²³, se está completando una evaluación del riesgo relativa al cadmio y el óxido de cadmio. En el caso del plomo, el Comité científico de la toxicidad, la ecotoxicidad y el medio ambiente (CSTEE) adoptó recientemente un dictamen relativo a un proyecto de prohibición en Dinamarca del uso de plomo en los productos²⁴. Actualmente el CSTEE está trabajando en el tema de los riesgos derivados del empleo de plomo en general y a mediados de 2001 deberá adoptarse un dictamen, basado entre otros en un estudio que habrán de encargar los servicios de la Comisión, sobre los riesgos del plomo para el medio ambiente y la salud humana.

Como ocurre con la mayor parte de los metales pesados, existen muchas otras fuentes de emisión de cadmio y plomo al medio ambiente, además de su utilización en productos, que contribuyen mucho más a la dispersión de estos metales pesados en el medio ambiente, como por ejemplo las actividades industriales, el petróleo, los fertilizantes y los lodos de depuradora. Asimismo, ambos metales pesados se utilizan en numerosos productos. Los usos cuantitativamente más importantes del plomo y el cadmio son las pilas y acumuladores. Aparte de su uso en pilas, una de las principales aplicaciones del plomo son los estabilizantes de PVC.

Los principales puntos de interés para discutir los riesgos potenciales derivados de los estabilizantes de plomo o cadmio en el PVC son los siguientes:

- Los estabilizantes de plomo y cadmio en PVC muy probablemente permanecerán retenidos en el PVC durante la fase de utilización y por lo tanto no contribuirán de forma significativa a la exposición. Puede producirse contaminación potencial del medio ambiente por el uso de estabilizantes de plomo o cadmio en el PVC durante las fases de producción y de residuo.
- Durante las fases de producción y de tratamiento de residuos, es preciso adoptar una serie de medidas específicas de protección con el fin de eliminar o hacer mínima la exposición de los trabajadores, de conformidad con la legislación de la Unión Europea en materia de salud y seguridad de los trabajadores.
- No se dispone de datos exactos sobre la contribución de los estabilizantes de plomo en el PVC a la carga global de plomo en los residuos sólidos urbanos almacenados en vertederos o incinerados. Diversos cálculos y estimaciones han llevado a resultados extremadamente variables: 1%, 32%, 6%, 10%²⁵ y 28%²⁶. En el caso del cadmio, se calcula que aproximadamente el 10% del cadmio que se encuentra en incineradoras de residuos o vertederos procede del PVC²⁷.

²³ DO L 84, de 5 de abril de 1993, p.1

²⁴ Dictamen del CSTEE sobre el plomo – notificación 98/595/DK. Dictamen expresado en la 15ª Sesión Plenaria del CSTEE. Bruselas, 5 de mayo de 2000.

²⁵ Bertin Technologies, The influence of PVC on quantity and hazardousness of flue gas residues from incineration (La influencia del PVC en la cantidad y la peligrosidad de los residuos de gases de combustión producidos por la incineración). Estudio para la DG XI, abril 2000

²⁶ Argus en asociación con la Universidad de Rostock, The Behaviour of PVC in Landfill (El comportamiento del PVC en los vertederos). Estudio para la DG ENV, febrero de 2000.

²⁷ Bertin Technologies, *op.cit.*

- Se han realizado pocos trabajos experimentales sobre el comportamiento en vertedero de los residuos de PVC que contienen plomo y cadmio. Cabe suponer que los compuestos de plomo y cadmio permanecerán encapsulados en los residuos de PVC rígido. En el caso del plomo contenido en PVC flexible, la situación es más incierta. En particular, un estudio²⁸ encontró un desprendimiento del 10% de estabilizante de plomo de un tipo de cable de PVC *flexible* que contiene una mezcla de diversos plastificantes. No se ha investigado la contribución del PVC al contenido en plomo encontrado en las aguas de lixiviación de vertederos.
- Durante la incineración de PVC y otros residuos, prácticamente todo el plomo y el cadmio termina en las cenizas del fondo y en las cenizas volantes de las incineradoras. Debido a una elevada contaminación por metales pesados, las cenizas volantes y los residuos, que en general están mezclados, deben depositarse en vertederos controlados. Las cenizas del fondo se reutilizan o bien se descargan en vertederos. Por lo tanto, no puede descartarse una dispersión de metales pesados en el medio ambiente, aunque esto parece poco probable a corto plazo.

Dadas las incertidumbres científicas antes descritas, actualmente no puede cuantificarse con precisión el efecto de la sustitución del plomo o cadmio sobre las emisiones globales al medio ambiente. No obstante, es discutible si una sustitución general de estos estabilizantes tendría unas repercusiones importantes sobre el total de emisiones de plomo o cadmio al medio ambiente. Por otra parte, de acuerdo con algunos estudios, el uso prolongado de estabilizantes de plomo contribuiría a un incremento de las concentraciones de plomo en el medio ambiente²⁹ en la fase de gestión de residuos.

Debido a las cuestiones planteadas por la presencia de sustancias peligrosas en los residuos, la estrategia comunitaria para la gestión de residuos³⁰ ha afirmado que *"la prevención de residuos podría requerir el establecimiento de normas comunitarias para limitar la presencia de metales pesados en los productos y en los procesos de fabricación, o para prohibir determinadas sustancias, con el fin de evitar, a largo plazo, la producción de residuos peligrosos. Tal sería el caso si la reutilización, la recuperación o la eliminación segura de dicha sustancia constituyen soluciones inaceptables desde el punto de vista ambiental."*

La protección del ser humano y del medio ambiente frente a los riesgos relacionados con la exposición al cadmio ha sido uno de los puntos de la política comunitaria durante varios años. El 25 de enero de 1988, el Consejo de las Comunidades Europeas adoptó una Resolución³¹ relativa a un programa de acción para combatir la contaminación ambiental por cadmio. El Consejo hace hincapié en que deben limitarse los usos del cadmio a los casos en que no existan alternativas adecuadas.

²⁸ Mersiowski *et al.*, Long-Term Behaviour of PVC Products under Soil-Buried and Landfill Conditions (Comportamiento a largo plazo de los productos de PVC en condiciones de enterramiento y descarga en vertedero), Universidad Técnica de Hamburgo-Harburg, julio de 1999.

²⁹ Inspección nacional sueca de productos químicos, Aditivos en el PVC, marcado del PVC, Informe de una comisión gubernamental, 1997

³⁰ COM(96) 399

³¹ DO C 30 de 4. 2. 1988, p. 1.

En relación con el empleo de cadmio en estabilizantes para PVC, la Directiva 91/338/CEE ya restringe el uso de cadmio como estabilizante en una serie de aplicaciones de PVC. Sin embargo, el uso de cadmio en perfiles de PVC todavía está autorizado. Suecia, Austria y los Países Bajos han prohibido todos los usos de cadmio en estabilizantes y la Directiva 1999/51/CE establece una exención general para Suecia y Austria para que apliquen normas más estrictas relativas al cadmio.

No existe ninguna legislación comunitaria acerca del uso de compuestos de plomo como estabilizantes. Dinamarca³², Suecia³³, Austria³⁴ y Alemania³⁵ han pedido nuevas restricciones, obligatorias o voluntarias, al uso de plomo y cadmio, en particular como estabilizantes en PVC.

Además, como se ha mencionado anteriormente, el CSTE está realizando una evaluación del riesgo del cadmio, así como una evaluación científica sobre el plomo. Las decisiones sobre las medidas de reducción de los riesgos potenciales deberán basarse en todas las evaluaciones científicas existentes. Serán revisadas a la luz de los nuevos avances científicos, incluidos los resultados de posibles evaluaciones de riesgo futuras.

Ya están utilizándose posibles sustitutos del plomo y del cadmio. Los sustitutos principales son los estabilizantes de calcio-zinc y los organoestánicos. Los compuestos de calcio/zinc presentan un perfil de riesgo más ventajoso que los de plomo/cadmio y actualmente no están clasificados como peligrosos. La sustitución general de los estabilizantes de plomo se ve obstaculizada en la actualidad por motivos técnicos (calidad del producto, normas, exigencias de ensayos) y económicos (costes más elevados). Cabe suponer que en un futuro próximo la diferencia de precio entre los estabilizantes de plomo y los estabilizantes de calcio/zinc disminuirá gracias a las nuevas capacidades de producción que se construyen en la actualidad. Los estabilizantes estánicos tienen propiedades menos favorables en relación con el medio ambiente y los seres humanos.

En marzo de 2000, el sector del PVC (fabricantes de PVC, productores de aditivos para PVC y transformadores de PVC) representado por sus asociaciones europeas (ECVM, ECPI, ESPA, EuPC³⁶) se unió para firmar un compromiso voluntario con la finalidad expresa de *hacer frente al desafío del desarrollo sostenible* mediante la adopción de *un enfoque integrado para difundir el concepto de una gestión responsable de todo el ciclo de vida*.

³² Notificación de Dinamarca sobre un proyecto de ley de restricción del uso del plomo en productos.

³³ Inspección nacional sueca de productos químicos, *op.cit.*

³⁴ Legislación nacional austriaca sobre la prohibición del cadmio en el PVC

³⁵ Kommission Human-Biomonitoring des Deutschen Umweltbundesamts "Blei-referenz und Human-Biomonitoring-Werte", 1996

Informe de la comisión de investigación de la Cámara Baja del Parlamento alemán "Los productos de la sociedad industrial; Perspectivas sobre la gestión de la sostenibilidad de las cadenas de materiales", recomendaciones relativas al PVC, julio de 1994

³⁶ El ECVM es el Consejo Europeo de Fabricantes de Vinilo (*European Council of Vinyl Manufacturers*); el ECPI es el Consejo Europeo para los Plastificantes y Productos Intermedios (*European Council for Plasticisers and Intermediates*); la ESPA es la Asociación Europea de Productores de Estabilizantes (*European Stabilisers Producers Association*) y los EuPC son los Transformadores Europeos de Plásticos (*European Plastics Converters*).

Los signatarios representan a más del 98% de los productores de polímero, aditivos y mezclas de PVC, y a entre el 60 y el 80% de los transformadores de marcos de ventanas y tuberías.

El compromiso voluntario aborda los diferentes impactos del PVC sobre el medio ambiente e incluye un plan para las diversas acciones previstas: reducción de las emisiones en la fase de producción, limitaciones en el uso de cadmio, aplicación progresiva de objetivos de reciclado, así como compromisos financieros que conllevan la creación de un fondo destinado a financiar proyectos de investigación en la materia. Las principales acciones previstas se refieren a:

- obligaciones específicas, cuyos pormenores se indican en los puntos pertinentes del presente documento, para el periodo 2000-2010;
- objetivos cuantitativos y progresivos para el reciclado de determinadas cadenas de residuos y la eliminación paulatina del cadmio;
- publicación de un informe anual que se pondrá a disposición de las partes interesadas;
- comprobación y evaluación de los resultados a cargo de un tercero independiente, por primera vez en 2003 y posteriormente en 2008;
- revisión de los objetivos con el fin de tener en cuenta el progreso científico y técnico, así como las sugerencias de las partes interesadas.

La firma y la entrada en vigor de dicho compromiso representa un paso importante que es preciso evaluar en función de los criterios de eficacia mencionados en la Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo relativa a los acuerdos sobre medio ambiente (COM(96) 561 final).

El éxito de dicho enfoque exigirá un progreso constante en los esfuerzos realizados en los ámbitos específicos cubiertos por el acuerdo y, en particular, la reducción de la producción y uso de determinados aditivos, unas cantidades objetivo más ambiciosas para el reciclado, la contribución de la industria a los costes añadidos de incineración y un mecanismo de financiación plenamente operativo.

Por lo que respecta al cadmio, la industria se ha comprometido a eliminar paulatinamente el uso de estabilizantes de cadmio en 2001. Dicho compromiso no incluye las importaciones de PVC procedentes de terceros países, que pueden seguir conteniendo cadmio.

En relación con el uso del plomo, la Asociación Europea de Productores de Estabilizantes (ESPA) se ha comprometido a realizar, antes de 2004, evaluaciones iniciales del riesgo sobre los estabilizantes a base de plomo en virtud de los programas 'Confianza en los productos químicos' del CEFIC y del ICCA.

ESPA se ha comprometido a elaborar estadísticas anuales que muestren qué estabilizantes son adquiridos por los transformadores. ESPA prevé que las 120.000 toneladas de plomo utilizadas en PVC en 1999 se reducirán a 80.000 toneladas en 2010 y ha declarado que apoyará esta tendencia mediante el desarrollo de alternativas adecuadas. En la actualidad, la industria de estabilizantes de PVC no adopta medidas para reducir progresivamente el uso del plomo en el PVC, sino que

se limita a continuar investigando y desarrollando estabilizantes alternativos a los sistemas a base de plomo.

Cuestiones para consideración

La Comisión considera, basándose en el análisis citado, que la contaminación del medio ambiente por plomo y cadmio debe evitarse en la medida de lo posible. La Comisión es partidaria de una reducción del uso de cadmio y plomo como estabilizantes en los productos de PVC. Podría preverse una serie de medidas, que deberán ser evaluadas a la luz de sus posibles implicaciones medioambientales y económicas.

- 1. Eliminación paulatina normativa u otras medidas de reducción de riesgos para el cadmio y el plomo con la posibilidad de excepciones temporales***
- 2. Aplicación al cadmio del compromiso voluntario de la industria del PVC***
- 3. Desarrollo de nuevos compromisos voluntarios para el plomo***

Pregunta n°1:

¿Qué serie de medidas deberían aplicarse para resolver el asunto del uso del plomo y del cadmio en el nuevo PVC? ¿Según qué calendario?

3.3. Plastificantes

Los plastificantes son necesarios para elaborar productos de PVC flexible. En Europa occidental aproximadamente se produce anualmente un millón de toneladas de ftalatos, de los cuales aproximadamente 900.000 toneladas se utilizan para plastificar PVC. En 1997, el 93% de los plastificantes de PVC eran ftalatos. Los ftalatos más comunes son: ftalato de bis(2-etilhexilo) (DEHP), ftalato de di-"isodecilo" (DIDP) y ftalato de di-"isononilo" (DINP). En los últimos años ha descendido el uso de DEHP, mientras que ha aumentado el de DIDP y DINP. Las cantidades de plastificantes añadidos al polímero de PVC varían según las propiedades requeridas. Dependiendo de su uso final, el contenido de plastificante varía entre el 15 y el 60% con una oscilación típica para la mayoría de las aplicaciones flexibles de entre el 35 y el 40%.

También pueden utilizarse como ablandadores en el PVC otros plastificantes, en particular los adipatos, trimelitados, organofosfatos y aceite de soja epoxidado. Estos plastificantes representan sólo una pequeña fracción del uso de plastificantes. Es limitada la información disponible sobre el impacto de estos plastificantes en el medio ambiente y la salud humana debido a su uso en PVC, por lo que deberá obtenerse más datos para poder hacer una evaluación adecuada. En consecuencia, la presente sección se centrará en los ftalatos, que son los plastificantes más importantes en cuanto a cantidad y los principales plastificantes actualmente evaluados en cuanto a riesgos para el medio ambiente y la salud.

Los ftalatos son productos químicos con gran volumen de producción, y cinco de ellos figuran, debido a sus posibles riesgos para la salud humana y el medio ambiente, en las tres primeras listas de prioridades para la evaluación del riesgo de conformidad con el Reglamento (CEE) n° 793/93 sobre evaluación y control del

riesgo de las sustancias existentes. Las evaluaciones del riesgo de estas cinco sustancias corren a cargo de Estados miembros ponentes³⁷. Las correspondientes a DEHP, DIDP, DINP y DBP se han completado o se completarán en 2000 y la de BBP en 2001.

El DEHP, el DINP y el DIDP pueden bioacumularse. Las evaluaciones del riesgo realizadas conforme al Reglamento (CEE) nº 793/93 han concluido que no existe preocupación en cuanto al potencial de acumulación de DBP, DINP y DIDP, mientras que aún se evalúan los posibles efectos sobre el medio ambiente del DEHP y el BBP. Los ftalatos de cadena larga presentan una biodegradabilidad reducida en condiciones normales de tratamiento de residuos y solamente se degradan parcialmente en las instalaciones de depuración de lixiviados y aguas residuales, donde se acumulan en los sólidos en suspensión. Determinados ftalatos, así como sus metabolitos y productos de degradación, pueden provocar efectos adversos en la salud humana (en particular, en el hígado y riñones en el caso del DINP y en los testículos en el caso del DEHP). Se están evaluando sus posibles propiedades como perturbadores endocrinos.

Actualmente, todos los ftalatos utilizados en grandes cantidades en las aplicaciones de PVC están omnipresentes en el medio ambiente. El transporte por el aire y la lixiviación a partir de determinadas aplicaciones parecen ser las rutas principales por las cuales los ftalatos entran en el medio ambiente. Los ftalatos se encuentran en grandes concentraciones principalmente en los sedimentos y en los lodos de depuración. En Dinamarca, se ha visto que las concentraciones de determinados ftalatos pueden sobrepasar los valores límite nacionales fijados para el uso de lodos de depuración en la agricultura.

Los riesgos ocasionados por el uso de ftalatos en determinados juguetes y artículos de puericultura de PVC blando han sido evaluados por el Comité científico de la toxicidad, la ecotoxicidad y el medio ambiente (CSTEE). Los ftalatos se desprenden de los juguetes y artículos de puericultura cuando los chupan niños de corta edad. En sus dictámenes, el Comité científico de la toxicidad, la ecotoxicidad y el medio ambiente ha expresado su preocupación por los riesgos resultantes de la exposición de los niños de corta edad a dos ftalatos (DINP y DEHP) utilizados en estos productos, debido a sus posibles efectos adversos en el hígado, riñón y testículos. La Comisión adoptó el 10 de noviembre de 1999 una propuesta de Directiva y el 7 de diciembre de 1999 una Decisión, en virtud del procedimiento de emergencia de la Directiva 92/59/CE, con el fin de prohibir el empleo de ftalatos en determinados juguetes y artículos de puericultura destinados a ser introducidos en la boca.

Sin esperar a la fase final del proceso de evaluación del riesgo antes mencionado, tres Estados miembros ya han comenzado a elaborar estrategias de gestión del riesgo basadas en el objetivo global de reducir el uso de ftalatos. El Gobierno sueco ha presentado un proyecto de Ley sobre "Objetivos suecos de calidad ambiental", destinada a reducir el uso del principal ftalato DEHP³⁸. El Gobierno danés ha

³⁷ Los cinco ftalatos son: ftalato de bis(2-etilhexilo) (DEHP), ponente Suecia; ftalato de di-"isononilo" (DINP), ponente Francia; ftalato de di-"isodecilo" (DIDP), ponente Francia; ftalato de dibutilo (DBP), ponente Países Bajos; ftalatos de butilo y bencilo (BBP), ponente Noruega

³⁸ El Gobierno sueco afirma que "en 2001 deberá eliminarse paulatinamente de forma voluntaria el uso de DEHP y de otros plastificantes con efectos nocivos en el PVC para uso al aire libre en tejidos recubiertos y placas recubiertas y para la protección de los automóviles contra la corrosión. Otros usos

adoptado un plan de acción para reducir el uso de los ftalatos en un 50% en los próximos diez años. La sostenibilidad del PVC flexible también ha sido evaluada por la *Umweltbundesamt* (Agencia Federal de Medio Ambiente) alemana³⁹, que recomienda una eliminación gradual del PVC flexible para aquellas aplicaciones en las que se disponga de alternativas más seguras, debido al desprendimiento permanente de ablandadores, en particular ftalatos, al medio ambiente.

Cuestiones para consideración

El uso de los ftalatos en las aplicaciones de PVC plantea cuestiones, descritas arriba, que podrían resolverse mediante una serie de medidas, en las que se incluirían medidas normativas o voluntarias de reducción de riesgos. Estas posibles medidas deberían evaluarse a la luz de sus implicaciones medioambientales y económicas.

Pregunta n°2:

¿Deberían adoptarse medidas específicas para el uso de los ftalatos como plastificantes en el PVC? En caso afirmativo, ¿cuándo y mediante qué instrumentos?

4. LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE PVC

Los servicios de la Comisión han encargado cuatro estudios destinados a evaluar los aspectos técnicos de las principales opciones de gestión de residuos para los residuos de PVC: reciclado mecánico⁴⁰, reciclado químico⁴¹, incineración⁴² y descarga en vertedero⁴³.

La gestión de los residuos de PVC debe evaluarse en el contexto de la política europea de gestión de residuos. La Comunicación de la Comisión sobre la revisión de la estrategia comunitaria para la gestión de residuos⁴⁴ confirmó “la jerarquía de principios [...] de que la prevención de los residuos sigue siendo la máxima prioridad, seguida por la valorización y, en última instancia, la eliminación segura de los residuos”. Se afirma además que “siempre que sea aceptable en términos ambientales, debería darse preferencia a la valorización de materiales sobre las operaciones de valorización energética, ya que la primera opción tiene mayor impacto sobre la prevención de residuos. Ahora bien, deberán tenerse en cuenta los efectos medioambientales, económicos y científicos de ambas opciones. En determinados casos, la evaluación de estos efectos podría aconsejar que se optase

del DEHP como plastificante en el PVC, a excepción de los productos médicos y los medicamentos, deberán eliminarse paulatinamente de forma voluntaria en 2001.”

³⁹ Deutsches Umweltbundesamt, Handlungsfelder und Kriterien für eine vorsorgende nachhaltige Stoffpolitik am Beispiel PVC, 1999

⁴⁰ Prognos, Mechanical recycling of PVC wastes (Reciclado mecánico de residuos de PVC). Estudio para la DG XI, enero de 2000

⁴¹ TNO, Chemical recycling of plastics waste (PVC and other resins) (Reciclado químico de residuos plásticos (PVC y otras resinas)). Estudio para la DG III, diciembre de 1999

⁴² Bertin Technologies, *op.cit.*

⁴³ Argus en asociación con la Universidad de Rostock, *op.cit.*

⁴⁴ COM(96) 399 final

por la valorización energética.” En su Resolución⁴⁵ de 24 de febrero de 1997, el Consejo respaldó esta jerarquía de principios.

4.1. Situación actual y evolución futura

Situación actual

La cantidad total de residuos de PVC es función del consumo de PVC. Sin embargo, debido a sus ciclos de vida útil, que pueden alcanzar hasta 50 años y más para algunas aplicaciones, como las tuberías y perfiles, existe un "desfase temporal" entre el consumo de PVC y su presencia en la cadena de residuos. Los productos de PVC alcanzaron una importante cuota de mercado en los años 60. Si tenemos en cuenta unos ciclos de vida útil de unos 30 años o superiores, cabe suponer que en torno a 2010 empiece a producirse un importante incremento de las cantidades de residuos de PVC.

Debido a que el PVC se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones, son poco previsibles los datos relativos a la generación de residuos de PVC en la UE. Los datos más recientes y pormenorizados de que se dispone acerca de las cantidades de residuos de PVC son estimaciones efectuadas por la industria y se basan en cálculos realizados utilizando las cantidades producidas anualmente y la vida media de los productos.

Se estima que en 1999 la cantidad total de residuos de PVC anuales era de unos 4,1 millones de toneladas en la Comunidad, que pueden dividirse en 3,6 millones de toneladas de residuos postconsumo de PVC y 0,5 millones de toneladas de residuos preconsumo. Los residuos preconsumo se generan durante la producción de los productos intermedios y finales de PVC, así como durante el manejo e instalación de productos de PVC. La composición actual de los residuos de PVC es de dos tercios de PVC flexible y un tercio de PVC rígido.

Aproximadamente un millón de toneladas de PVC están presentes en la cadena de residuos de construcción y derribo. Otro millón de toneladas se halla en la cadena de residuos sólidos urbanos, que incluye los residuos recogidos de los hogares, así como residuos semejantes recogidos de operaciones comerciales e industriales. Se generan unas 700.000 toneladas de residuos de envases de PVC y hay unas 700.000 toneladas de PVC en vehículos para desguace y equipos eléctricos y electrónicos.

En la actualidad, la ruta principal de la gestión de residuos en la Comunidad para todos los tipos de residuos postconsumo es la descarga en vertedero. Por lo tanto, lo mismo sucede también con los residuos postconsumo de PVC. Actualmente se eliminan en vertedero cada año entre 2,6 y 2,9 millones de toneladas de residuos de PVC. El reciclado mecánico se aplica únicamente a una pequeña fracción de los residuos postconsumo (unas 100.000 toneladas). Cada año se incineran en la Comunidad aproximadamente 600.000 toneladas de PVC.

Evolución futura: hipótesis de referencia

Esta hipótesis⁴⁶ describe la situación respecto a las cantidades de residuos de PVC y a las principales rutas de gestión de residuos previstas en los años 2000, 2010 y 2020,

⁴⁵

97/C 76/01

partiendo del supuesto de que no se tomen medidas específicas para el PVC salvo aquellas medidas normativas, administrativas y voluntarias que ya están en vigor o en preparación a escala comunitaria y nacional. En virtud de esta hipótesis, se presupone que serán aplicadas las Directivas vigentes y futuras sobre vertidos de residuos, incineración, envasado, vehículos para el desguace y residuos eléctricos y electrónicos.

El elemento clave en la gestión de los residuos postconsumo de PVC es el incremento previsto de las cantidades de residuos de PVC. Las predicciones sobre la futura generación de residuos de PVC están sujetas a imponderables, pero se supone que el volumen de residuos de PVC aumentará significativamente en un 30% en 2010 y en un 80% en 2020, en particular debido al importante incremento de las cantidades de residuos procedentes de productos con ciclos de vida largos. Los residuos postconsumo aumentarán de los 3,6 millones de toneladas actuales a unos 4,7 millones de toneladas en 2010 y 6,2 millones de toneladas en 2020. Los residuos preconsumo de PVC aumentarán de 0,5 a 0,9 millones de toneladas.

En comparación con la situación actual, cabe suponer que la composición de las apariciones de residuos postconsumo de PVC por grupo de productos habrá cambiado. Aumentará el porcentaje de residuos de construcción de PVC y de residuos procedentes de productos domésticos y comerciales, mientras que se espera que la contribución de los envases disminuya de forma importante. También disminuirá la proporción de residuos de PVC flexible.

En el marco de la hipótesis de referencia de los residuos de PVC, se prevé que los cambios en la legislación y prácticas de la gestión de recursos tengan los siguientes efectos:

- La Directiva relativa al vertido de residuos dará lugar a algunos cambios importantes en la gestión de recursos, debidos principalmente al incremento previsto de los costes de los vertederos. Algunos Estados miembros, en particular Alemania, Austria, los Países Bajos y Dinamarca, han anunciado políticas nacionales para prohibir la descarga en vertedero de residuos orgánicos no tratados, incluidos los plásticos, con la excepción de los residuos de PVC en el caso de Dinamarca.
- Se prevé que el reciclado aumente significativamente durante las próximas décadas, en particular en el caso de aquellas cadenas de residuos para las cuales se fijarán objetivos de reciclado. También está previsto que se incremente la valorización energética en el caso de los residuos que no puedan ser reciclados.

En las secciones siguientes, dedicadas a las principales opciones de gestión de residuos, se debatirá más pormenorizadamente la forma en que estos factores afectarán al tratamiento de los residuos de PVC.

4.2. Reciclado mecánico

Por reciclado mecánico se entienden los procesos de reciclado en los que los residuos de PVC sólo se tratan mecánicamente, principalmente mediante picado, tamizado y

triturado. Los reciclados resultantes (en forma de polvo) pueden transformarse en nuevos productos. Dependiendo del grado de contaminación y de la composición del material recogido, la calidad de los reciclados de PVC puede variar mucho. Dicha calidad determina hasta qué grado el material virgen puede ser reemplazado por reciclados: los de "alta calidad" pueden reutilizarse en los mismos tipos de aplicaciones de PVC mientras que los de "baja calidad" obtenidos de fracciones de residuos mixtos sólo pueden "subreciclarse" en productos habitualmente fabricados a partir de otro material.

El reciclado de los residuos postconsumo sigue estando a un nivel muy bajo en la UE y las cantidades recicladas representan menos del 3% del total⁴⁷. En la actualidad se reciclan anualmente en la UE unas 100.000 toneladas. Una parte importante del reciclado de residuos postconsumo de PVC (alrededor del 70%) corresponde al "subreciclado" en el ámbito de los residuos de cables (unas 38.000 toneladas) y de envases (unas 19.000 toneladas).

El reciclado mecánico de alta calidad de residuos postconsumo todavía se encuentra en fase preliminar y sólo existe para un reducido número de grupos de productos y en pequeñas cantidades (unas 3.600 toneladas de perfiles rígidos, 5.500 toneladas de tuberías de PVC y 550 toneladas de revestimientos de suelo).

Aparentemente no existe ningún Estado miembro en el que el porcentaje de reciclado de residuos postconsumo sea significativamente superior a la media comunitaria. En algunos países se han establecido sistemas de recogida, en general de tipo voluntario. Sin embargo, el porcentaje de reciclado normalmente es inferior al 5% y consiste en gran medida en el "subreciclado" de envases y cables.

Por lo que respecta a los residuos preconsumo, en 1998 se reciclaron unas 420.000 toneladas de PVC, que representaron alrededor del 85% de la generación de residuos preconsumo de PVC. El reciclado mecánico de residuos preconsumo existe en todos los Estados miembros y puede considerarse una actividad económica lucrativa.

Varios estudios sobre el ciclo de vida⁴⁸ de algunos productos concretos de PVC han demostrado que el reciclado mecánico ofrece un beneficio medioambiental para los residuos de producción, recortes y residuos postconsumo de PVC, que pueden separarse. Los beneficios medioambientales del "subreciclado" de plásticos mixtos para la elaboración de productos que sustituyan al hormigón, madera y otras aplicaciones no plásticas son más inciertos.

Sin embargo, la presencia de aditivos clasificados como peligrosos, tales como plomo, cadmio y PCB en grandes cadenas de residuos de PVC plantea problemas específicos para su posible reciclado. El reciclado de residuos de PVC que contienen metales pesados produce una dilución de estas sustancias en una cantidad mayor de PVC, ya que es necesario añadir material virgen. Los metales pesados no se liberan directamente al medio ambiente durante el proceso de reciclado y la vida útil renovada. El reciclado de material de PVC que contiene dichos metales pesados aplaza la eliminación final a una fase ulterior. Si bien puede ser difícil controlar el uso del PVC reciclado que contiene plomo y cadmio, por razones técnicas es poco

⁴⁷ Prognos, *op.cit.*

⁴⁸ Prognos, *op.cit.*

probable que los residuos de PVC procedentes de diversas aplicaciones vayan a reciclarse conjuntamente en el caso de un reciclado de alta calidad. Debido a las formulaciones de los aditivos específicos del producto, los recicladores suelen preferir reciclar en aplicaciones semejantes. Podrían preverse medidas adicionales, tales como restricciones a la venta incontrolada de reciclados que contengan metales pesados o el "subreciclado" de los mismos. La prohibición de reciclar residuos de PVC que contengan metales pesados eliminaría el reciclado mecánico de residuos postconsumo de PVC a partir de aplicaciones de la construcción —la cadena de residuos con las máximas posibilidades de reciclado de alta calidad—, ya que prácticamente todos contienen plomo o cadmio. Es preciso señalar que, a excepción de Dinamarca, los Estados miembros que han prohibido el uso de cadmio como estabilizante permiten el reciclado de los residuos de PVC que contienen cadmio. El problema de los PCB en los residuos de cables de PVC ha sido tratado en la Directiva 96/59/CE relativa a la eliminación de PCB y PCT, que establece que los cables que contengan más de 50 ppm de PCB se consideran PCB y, por lo tanto, tienen que ser descontaminados o eliminados de conformidad con las disposiciones establecidas en virtud de dicha Directiva.

El PVC puede tener una influencia negativa en el reciclado de otros plásticos en residuos plásticos mixtos. Cuando el PVC se procesa junto con otros plásticos, como sucede en la cadena de residuos de envasado, la temperatura de transformación está limitada al intervalo de transformación del PVC, que es un intervalo relativamente reducido comparado con los demás plásticos. Debido a sus densidades semejantes, los residuos de tereftalato de polietileno (PET) y PVC son difíciles de separar y la presencia de PVC añade costes adicionales a algunos sistemas de reciclado de PET, como el de botellas de dicho material. En algunos casos, la industria del PVC ha reconocido esta cuestión y contribuye a su coste adicional.

Como ocurre en el caso de otros materiales, el reciclado de PVC también está limitado por los costes de reciclado totales. La rentabilidad económica se alcanza cuando los costes de reciclado netos (es decir, los costes globales de recogida, separación y transformación menos los ingresos obtenidos de la venta de los productos reciclados) son inferiores a los precios de otras rutas alternativas de gestión de residuos para los residuos relacionados con el PVC. Si no puede lograrse la rentabilidad económica, el reciclado de los residuos de PVC no tendrá lugar en condiciones de mercado libre, a menos que existan obligaciones normativas o medidas voluntarias para aplicar o fomentar el reciclado de PVC. La recogida constituye el principal punto de estrangulamiento en relación con la disponibilidad de los residuos y los costes.

El reciclado de alta calidad de residuos postconsumo (en particular tuberías, perfiles, revestimientos de suelo) no es rentable actualmente, ya que los costes de reciclado netos están muy por encima de los costes de descarga en vertedero o de incineración. Además, el propietario de los residuos debe sufragar gastos adicionales ocasionados por la separación de los residuos en las obras de construcción.

El reciclado de baja calidad de residuos postconsumo de PVC, como es el caso de los residuos de embalaje, no es económicamente rentable. Es improbable que se alcance la rentabilidad económica para otras cadenas de residuos adecuados para el reciclado de baja calidad, tales como los suministros de oficina y las películas para imprimir. Los aislantes de cables son el único residuo postconsumo que puede ser reciclado a precios competitivos, debido a la presencia de metales valiosos, como el cobre.

En conclusión, el reciclado de los residuos preconsumo, en principio, puede ser rentable. Sin embargo, el reciclado de residuos postconsumo de PVC dista mucho de lograr la competitividad económica. Además de la creación de sistemas de reciclado con una amplia cobertura regional, son necesarios incentivos financieros para la recogida por separado de los residuos de PVC. Asimismo, el PVC está presente a menudo como componente en materiales compuestos, o mezclado en cadenas de residuos contaminados, lo que requiere operaciones específicas de recogida y selección. El precio del material virgen, que es altamente volátil (entre 0,5 y 0,8 €/kg), tiene una gran influencia en la rentabilidad del reciclado. Además, los precios de la descarga en vertedero y la incineración son bajos. Sin embargo, en los años venideros, cabe suponer que las condiciones económicas para el reciclado probablemente mejorarán, en particular debido al incremento de los costes de vertedero e incineración.

Evolución futura y orientaciones políticas

En la hipótesis de referencia alrededor del 9% del total de residuos de PVC podría reciclarse mecánicamente en 2010 y 2020, lo que representa unas 400.000 toneladas de residuos de PVC en 2010 y 550.000 toneladas en 2020⁴⁹. Los porcentajes de reciclado varían de acuerdo con las cadenas de residuos específicas que se consideren

- Para el reciclado de alta calidad, podrían alcanzarse los siguientes porcentajes de reciclado para los residuos de PVC de construcción y derribo: alrededor del 25% para tuberías, del 40% para perfiles de ventanas y del 12% para revestimientos de suelo.
- En el caso del reciclado de baja calidad, los porcentajes de reciclado se situarían en torno al 65% para cables presentes en la cadena de residuos de construcción y derribo, al 30% para residuos procedentes de equipos eléctricos y electrónicos y al 20% para envases.
- De acuerdo con los supuestos de esta hipótesis, es poco probable que se reciclen otras cadenas de residuos, tales como los residuos domésticos y comerciales.

A partir de esta hipótesis de referencia, se han estimado⁵⁰ potenciales máximos de reciclado, que representan las cantidades de PVC que pueden reciclarse, teniendo en cuenta las limitaciones técnicas y económicas del reciclado de PVC. De acuerdo con esta hipótesis, el potencial para residuos postconsumo es de unas 800.000 toneladas en 2010 y 1,2 millones de toneladas en 2020, lo que representa un porcentaje de reciclado de alrededor del 18%. Esto significa que el reciclado mecánico de residuos de PVC podría contribuir únicamente a la gestión de un quinto de los residuos postconsumo de PVC. Por consiguiente seguirían siendo importantes otras rutas de gestión de residuos.

En su compromiso de marzo de 2000, la industria del PVC ha asumido compromisos cuantificados en relación con el reciclado mecánico de tuberías, piezas de empalme y marcos de ventana. Para las tuberías, el compromiso es "reciclar en 2005 como

⁴⁹ Prognos, *op.cit.*

⁵⁰ Prognos, *op.cit.*

mínimo el 50% de la cantidad disponible recogida de residuos de tuberías y piezas de empalme". Respecto a los marcos de ventana, el compromiso es "reciclar en 2005 como mínimo el 50% de la cantidad disponible que se pueda recoger de residuos de marcos de ventana". Estos objetivos no se basan en los residuos generados, sino en los residuos recogidos.

De acuerdo con la industria del PVC, en 2005 las cantidades recicladas anualmente se estiman como sigue: 15.000 toneladas de tuberías y 15.000 toneladas de perfiles de ventanas. Sin embargo, no figuran en el compromiso las siguientes grandes cadenas de residuos de PVC, que podrían utilizarse para reciclado de alta calidad: perfiles rígidos que no sean perfiles de ventanas (unas 240.000 toneladas en 2005), revestimientos de suelos calandrados (unas 240.000 toneladas en 2005) y perfiles flexibles y tubos flexibles (unas 120.000 toneladas en 2005). No obstante, en su compromiso, la industria del PVC ha afirmado que, en el caso de otras posibles aplicaciones, como cables, revestimientos de suelo y membranas de cubiertas de PVC, "hay que continuar elaborando logísticas, tecnologías y aplicaciones de reutilización adecuadas". Además, el sector se ha comprometido a apoyar este trabajo incluyendo el logro de objetivos de reciclado mecánico más elevados "lo antes posible".

Cuestiones para consideración:

La Comisión considera, partiendo del estudio arriba citado y dado el bajo porcentaje actual de reciclado, que es preciso incrementar el reciclado de PVC. Esto puede conseguirse a través de una serie de medidas, que podrían utilizarse por separado o combinadas. Deben evaluarse sus posibles implicaciones ambientales y económicas. Estas posibles medidas incluirían:

- 1. La recogida obligatoria y objetivos de reciclado para algunas cadenas importantes de residuos de PVC.*
- 2. El compromiso voluntario del sector para mejorar y financiar, en su totalidad o en parte, la recogida y el reciclado de algunas cadenas importantes de residuos de PVC.*
- 3. Recomendaciones a los Estados miembros con el fin de establecer y desarrollar la recogida separada de residuos de PVC y de otros residuos de derribo.*
- 4. La elaboración de normas adecuadas que permitan la utilización de materiales de PVC reciclado.*
- 5. El marcado de los productos plásticos como un instrumento útil para facilitar la separación de los residuos de PVC de la cadena general de residuos y el desarrollo de otros métodos de identificación y selección de plásticos.*
- 6. El desarrollo de procesos innovadores de reciclado para determinados residuos postconsumo de PVC.*

Pregunta n° 3:

¿Qué serie de medidas serían las más eficaces para alcanzar el objetivo de aumentar el reciclado del PVC?

El reciclado de residuos de PVC que contienen metales pesados plantea cuestiones específicas debido a la posible dilución de los metales pesados en una nueva y posiblemente más amplia variedad de productos. Podrían preverse varias medidas posibles para abordar estas cuestiones. Dichas medidas deberían ser evaluadas a la luz de sus posibles implicaciones medioambientales y económicas. Entre ellas se incluyen las siguientes:

- 1. Instrumentos normativos para restringir el reciclado mecánico de los residuos de PVC que contengan plomo y cadmio*
- 2. Condiciones específicas para este reciclado, como reciclar en el mismo tipo de aplicación, control de la comercialización de reciclados, marcado de los productos reciclados y control del uso de metales pesados*
- 3. Ninguna condición específica para este reciclado*

Pregunta n° 4:

¿Deberían asociarse medidas específicas al reciclado mecánico de los residuos de PVC que contienen plomo y cadmio? En caso afirmativo, ¿cuáles?

4.3. Reciclado químico

Por reciclado químico se entiende una serie de procesos mediante los cuales las moléculas de polímero que constituyen los materiales plásticos se rompen en moléculas más pequeñas. Éstas pueden ser o bien monómeros que pueden utilizarse directamente para producir nuevos polímeros o bien otras sustancias que pueden ser utilizadas en otro lugar como materiales de partida en procesos de la industria química básica.

En el caso del PVC, además de la rotura de la cadena fundamental de las moléculas del polímero, el cloro unido a las cadenas se libera en forma de cloruro de hidrógeno (HCl). Dependiendo de la tecnología del proceso, el HCl puede ser reutilizado tras una purificación o tiene que ser neutralizado para formar diversos productos que pueden ser utilizados o tienen que ser eliminados.

En la práctica, durante los últimos cinco años, sólo ha habido un número limitado de iniciativas que hayan desembocado en la construcción de instalaciones industriales o que pueden llevar a la realización de dichas instalaciones en un futuro próximo. Los procesos de reciclado químico pueden clasificarse según su capacidad para tratar residuos con altos o bajos contenidos en cloro; la cantidad máxima de PVC que puede tratarse con tecnologías para bajo contenido en cloro es de 4-5%. De las tres instalaciones de reciclado químico de residuos de bajo contenido en cloro construidas con este fin que llegaron a estar en funcionamiento, dos tuvieron que cerrar por razones económicas y de suministro. En el caso de los residuos ricos en PVC, actualmente hay en funcionamiento una tecnología basada en la incineración con recuperación de HCl y dos proyectos piloto que se pondrán en funcionamiento en los próximos años.

De acuerdo con varios análisis del ciclo de vida (LCA), algunos procesos de reciclado químico darían resultados considerablemente mejores en cuanto a uso energético y calentamiento global que la incineración y la descarga en vertedero de los residuos sólidos urbanos. Además, en algunos procesos se valoriza el cloro, con lo que se evita una nueva producción a través de electrólisis cloroalcalina, de mayor intensidad energética. Los LCA disponibles no permiten establecer una preferencia clara por ninguna de las tecnologías de reciclado químico analizadas. El reciclado mecánico directo de los residuos ricos en PVC es preferible desde el punto de vista medioambiental, particularmente si se trata de reciclado en productos de alta calidad, y no implica una selección y pretratamiento extensos⁵¹.

⁵¹

TNO, *op.cit.*

Conjuntamente con las partes orgánicas del PVC, los plastificantes se transforman también en materia prima. Los estabilizantes que contienen metales pesados en su mayor parte acaban en residuos sólidos que muy probablemente tienen que ser descargados en vertedero. En el caso de la mayoría de las tecnologías de reciclado químico especializado, son escasas las emisiones de sustancias problemáticas que no sean residuos sólidos⁵². No pueden extraerse conclusiones definitivas en relación con la formación de dioxinas. Por regla general, las condiciones reductoras y las elevadas temperaturas fomentan la ruptura y evitan la formación de dioxinas, situación que se produce en las condiciones de funcionamiento de algunos procesos.

Parece que el reciclado químico de residuos ricos en PVC es poco atractivo desde el punto de vista económico en aquellas situaciones en las que el reciclado mecánico ya ha demostrado su viabilidad técnica, con la posible excepción de los revestimientos de suelo. Esto implicaría que las instalaciones de reciclado químico para residuos ricos en PVC deberían concentrarse en los tipos de residuos para los cuales el reciclado mecánico no es viable, por ejemplo los que no pueden ser reciclados mecánicamente porque exigirían fases de separación adicionales, o contienen demasiadas impurezas problemáticas, o porque existen otras restricciones vinculadas a la problemática medioambiental.

El reciclado químico en la UE tiene que competir con otras prácticas de gestión de residuos, principalmente basadas en la descarga en vertedero y la incineración, que presentan las tarifas de acceso más baratas. Las instalaciones especialmente construidas para el reciclado químico también tendrán que hacer frente a una competencia importante de los altos hornos y cementeras, que podrían absorber una gran cantidad de residuos plásticos mixtos con un contenido en PVC limitado.

Cuando se analizan las diversas cadenas de residuos, se observa que la situación actual para categorías tales como los residuos agrícolas, industriales y domésticos distintos de los embalajes, el reciclado químico, aunque técnicamente viable, tendrá problemas para competir en ausencia de instrumentos jurídicos u otros instrumentos orientativos. Por lo que respecta a los residuos de automoción y eléctricos y electrónicos, el contenido de PVC en los residuos plásticos mixtos resulta ser demasiado elevado para ser aptos para la mayoría de opciones de reciclado químico de residuos de plásticos mixtos de bajo contenido en cloro, aunque demasiado bajo para una separación y posterior tratamiento que sean económicamente viables en instalaciones para residuos ricos en PVC.

En líneas generales, puede concluirse que el éxito del funcionamiento de instalaciones de reciclado químico especializado depende principalmente de los aspectos económicos y que en las circunstancias actuales existen interrogantes importantes acerca de la viabilidad de dichas operaciones.

Evolución futura y orientaciones políticas

El reciclado químico cuenta con potencial, principalmente en el caso de aquellos residuos para los que el reciclado mecánico no es una solución y cuando los instrumentos jurídicos o de otro tipo logran evitar que los residuos vayan a parar a

⁵²

TNO, *op.cit.*

competidores más baratos (como cementeras, incineradoras de residuos sólidos urbanos y vertederos).

Para 2010, las cantidades totales de residuos de PVC que podrían reciclarse químicamente según la hipótesis de referencia se elevan a aproximadamente 80.000 toneladas formando parte de residuos de plásticos mixtos con bajo contenido en cloro (principalmente procedentes de envases) y unas 160.000 toneladas formando parte de plásticos mixtos con elevado contenido en PVC, principalmente residuos de automoción y eléctricos y electrónicos.

La industria del PVC se ha comprometido a invertir 3 millones de euros hasta 2001 en una planta piloto, con el objetivo de recuperar el cloro y los hidrocarburos de los tejidos recubiertos de PVC. El resultado de este proyecto piloto se conocerá a mediados de 2002, cuando tenga que tomarse la decisión de construir una planta comercial.

Cuestiones para consideración:

La Comisión observa con interés los esfuerzos descritos para seguir desarrollando las tecnologías de reciclado químico. En este contexto, podrían preverse posibles medidas destinadas a fomentar dichos desarrollos. Es preciso evaluar sus posibles implicaciones medioambientales y económicas. Entre dichas medidas se incluyen las siguientes:

- 1. Nuevas iniciativas voluntarias de la industria del PVC***
- 2. Recomendaciones de objetivos de reciclado químico para las cadenas de residuos en las que no es posible el reciclado mecánico***
- 3. Fijación de objetivos obligatorios de reciclado químico***

Pregunta nº5:

¿Qué serie de medidas serían las más adecuadas para el reciclado químico de los residuos de PVC?

4.4. Otras tecnologías de reciclado y valorización, incluida la coincineración

Un proceso de disolución-precipitación recientemente desarrollado se basa en principios físicos sin destrucción de las moléculas de polímero en compuestos de base. El proceso se desarrolló específicamente para materiales compuestos que contenían PVC y otros componentes. El PVC se separa de los componentes que conforman el compuesto mediante una disolución selectiva, y posteriormente todo el compuesto de PVC se regenera por precipitación. El PVC y los demás componentes pueden ser reutilizados a continuación.

En la actualidad se halla en funcionamiento una planta experimental y está previsto que entre en funcionamiento en 2002 una planta piloto. La tecnología funciona en un sistema de circuito cerrado, en el que se recicla el disolvente.

El proceso se aplica a productos de PVC recogidos selectivamente. La calidad tiene que ser aproximadamente la misma que para el reciclado mecánico, lo que significa que los costes para poder disponer del material son comparables. Los investigadores que han desarrollado este proceso esperan que la tecnología pueda aplicarse a formulaciones bastante complicadas, tales como tejidos impermeabilizados, cables, blísters farmacéuticos, revestimientos de suelos, salpicaderos de automóviles, y pueda competir financieramente con alguna de las demás opciones de reciclado.

Un productor de acero alemán usa el residuo de plástico mixto como agente reductor en altos hornos para la producción de hierro bruto. Los residuos de plástico mixto también se utilizan en cementeras como sustituto del carbón, petróleo o gas para la generación de calor.

La evaluación del rendimiento ecológico del empleo de residuos mixtos de plástico en altos hornos y cementeras es bastante controvertida. Según algunos análisis del ciclo de vida, los altos hornos y las cementeras obtienen mejores resultados en cuanto a uso energético y calentamiento global que la incineración de residuos sólidos urbanos. Por lo que respecta a la posible contribución del PVC a las emisiones de dioxinas, es bastante difícil establecer conclusiones definitivas y sería necesario seguir investigando.

Los altos hornos y las cementeras pueden tratar los residuos de plásticos mixtos sin necesidad de una gran inversión en capital, y de esta forma ofrecer tarifas reducidas. El uso de residuos plásticos mixtos en cementeras y altos hornos representa una seria competencia para otras instalaciones de gestión de residuos. Por otra parte, el uso de residuos plásticos mixtos en cementeras y altos hornos está restringido por su contenido en cloro, ya que el cloro puede tener efectos negativos en la calidad del cemento o hierro producido y a la posible corrosión del equipo debido a la formación de HCl. Es posible una tolerancia del 2-3% de PVC o inferior⁵³. En teoría, la cocombustión en cementeras de residuos plásticos mixtos con bajo contenido en PVC, sin embargo, podría adquirir relevancia en el futuro.

4.5. Incineración

Los residuos de PVC, si se incineran, se tratan fundamentalmente en incineradoras de residuos urbanos. También se hallan en incineradoras de residuos hospitalarios, ya que en los hospitales se utilizan aplicaciones de PVC. En la Comunidad se incineran anualmente unas 600.000 toneladas de PVC. El PVC representa alrededor del 10% de la fracción de plástico incinerada y en torno al 0,7% de la cantidad total de residuos incinerados⁵⁴.

Los residuos de PVC aportan entre el 38 y el 66% del contenido en cloro en las cadenas de residuos que se incineran. Las otras fuentes principales de cloro son las materias putrescibles (alrededor del 17%) y el papel (10%). Puede estimarse que, en promedio, en torno al 50% del insumo de cloro en las incineradoras se debe a la presencia de PVC.

⁵³ O aproximadamente 1-1,5% de cloro. Los valores pueden variar según la instalación y las exigencias legales pueden variar según el país.

⁵⁴ Bertin Technologies, *op.cit.*

Al ser incinerados, los residuos de PVC generan ácido clorhídrico (HCl) en el gas de combustión, que debe ser neutralizado salvo si se emplea una tecnología especial en la que se reutiliza el HCl. En la actualidad, esta tecnología específica se emplea únicamente en cinco instalaciones en Alemania y existen tres instalaciones en construcción. Todos los gases ácidos generados durante la incineración de residuos sólidos urbanos (además del HCl, principalmente óxidos de azufre) han de neutralizarse antes de la emisión a la atmósfera del gas restante. La legislación comunitaria⁵⁵ exige ya unos valores límite de emisión para el ácido clorhídrico. Estos límites están siendo revisados en la actualidad para hacerlos más restrictivos⁵⁶.

Para alcanzar estos valores límite de emisión de HCl, se inyectan agentes de neutralización, en particular cal, con el fin de neutralizar los componentes ácidos de los gases de combustión. Los cuatro principales procesos de neutralización son el proceso seco, el semiseco, el semihúmedo-húmedo y el húmedo, que se tratan con mayor detalle en el anexo 1.

Un análisis⁵⁷ de las cantidades de residuos de limpieza de gases de combustión resultantes de la incineración de residuos de PVC concluyó que la incineración de 1 kg de PVC genera en promedio⁵⁸ entre 1 y 1,4 kg de residuos para el proceso seco con cal, el proceso semiseco y el proceso semihúmedo-húmedo. Usando hidrogenocarbonato de sodio como agente de neutralización en el proceso semiseco, 1 kg de PVC genera cerca de 0,8 kg de residuos. En el caso de los procesos húmedos, se generan entre 0,4 y 0,9 kg de residuos disueltos en efluente líquido. Existe una diferencia importante entre las cantidades de agente de neutralización exigido y los residuos producidos entre el PVC blando y el rígido. El PVC flexible contiene menos cloro que el PVC rígido. Las cantidades de agentes de neutralización exigidos y de los residuos generados son, por lo tanto, más reducidas en el caso del PVC flexible que en el del PVC rígido (1 kg de PVC blando⁵⁹ genera entre 0,5 y 0,78 kg de residuos). En el siguiente cuadro figuran más detalles.

Cuadro 3: Cantidades estimadas de residuos generados por la incineración de 1 kg de residuos de PVC⁶⁰

		SECO		SEMISECO	HÚMEDO	SEMIHÚMEDO – HÚMEDO
Agente de neutralización		Cal	BICAR	Cal	Cal	Cal
kg Cl por kg PVC	Min	0,25				
	Max	0,53				
	Media	0,45				

⁵⁵ La Directiva 89/369/CEE del Consejo, de 8 de junio de 1989, relativa a la prevención de la contaminación atmosférica procedente de nuevas instalaciones de incineración de residuos municipales exige unos valores límite de emisión para el ácido clorhídrico de entre 50 y 250 mg/Nm³ según la capacidad de la instalación de incineración.

⁵⁶ La propuesta de Directiva del Consejo sobre incineración de residuos [COM(1998) 558 final], así como la Posición Común sobre dicha propuesta [98/289 COD de 25 de noviembre de 1999], prevén un estricto valor límite de emisión para el HCl de 10 mg/Nm³, que en 2005 se convertirá en el valor límite de emisión tanto para las incineradoras nuevas como para las ya existentes en la Comunidad.

⁵⁷ Bertin Technologies, *op.cit.*

⁵⁸ El promedio es aplicable a una mezcla de materiales de PVC con un 45% de cloro, es decir, compuesto por un 70% de PVC rígido (con un 53% de cloro) y un 30% de PVC flexible (con un 25% de cloro).

⁵⁹ Para estos cálculos, el PVC blando contiene un 25% de cloro

⁶⁰ Bertin Technologies, *op.cit.*

Residuos (kg) (por kg PVC)	Min	0,78	0,46	0,70	0	0,54
	Max	1,65	0,97	1,48	0	1,15
	Media	1,40	0,82	1,26	0	1
Efluente líquido (material seco) kg por kg PVC		0	0	0	0,42 a 0,88	0

Los residuos de limpieza de los gases de combustión están clasificados como residuos peligrosos⁶¹. Los residuos se generan por separado (en particular en los sistemas semihúmedo y húmedo) o mezclados con cenizas volantes. Los residuos contienen las sales de neutralización, el exceso de agente de neutralización, así como contaminantes tales como metales pesados y dioxinas que no han sido destruidos. La descarga en vertedero de los residuos, con algunas excepciones, es la única opción utilizada en los Estados miembros.

Se han desarrollado varios procesos para valorizar el cloruro de calcio y el cloruro de sodio de los residuos de los procesos seco y semiseco, pero pocos de ellos se utilizan actualmente comercialmente. Excepto en algunos casos concretos, no hay certeza sobre si este tipo de tecnologías pueden ser utilizadas comúnmente con el fin de valorizar una cantidad importante de residuos. Estas tecnologías constituirían soluciones "de final de proceso", menos preferibles que una medida preventiva destinada a reducir en origen la cantidad de residuos generados.

El PVC en los niveles actuales en la cadena de residuos sólidos urbanos tiene los siguientes efectos sobre los residuos de limpieza de los gases de combustión en comparación con la incineración de residuos sólidos urbanos sin PVC⁶²:

- La incineración del PVC contribuye a un incremento en la cantidad de residuos de limpieza de los gases de combustión (aproximadamente el 37% en los sistemas secos, 34% en los sistemas semisecos y 42% en los sistemas semihúmedos-húmedos⁶³).
- La incineración del PVC multiplica por dos el contenido de sales lixiviables en los residuos. Se trata principalmente de cloruros de calcio, sodio y potasio.
- La incineración de PVC incrementa la cantidad de lixiviados procedentes de los residuos que se descargan en vertedero (en torno al 19% para los sistemas secos, 18% para los sistemas semisecos, 15% para los sistemas semihúmedos-húmedos y 4% para los sistemas húmedos). Los lixiviados deben ser tratados antes de ser vertidos.
- Existe una posibilidad teórica de que pueda incrementarse el lixiviado, por ejemplo cadmio, debido a la complejación del cloruro provocada por la

⁶¹ De acuerdo con la Decisión 94/904/CE del Consejo por la que se establece una lista de residuos peligrosos, todos los residuos sólidos procedentes del tratamiento de gases se clasifican como peligrosos (código 190107), DO L 356, 31.12.1994, p.14.

⁶² Bertin Technologies, *op.cit.*
La hipótesis analizada se base en la incineración de 1 millón de toneladas de residuos con y sin PVC, respectivamente, y la descarga en vertedero de los residuos resultantes.

⁶³ Bertin Technologies, *op.cit.*

incineración de PVC, pero se necesitarían datos para demostrar la validez de este punto.

- En el intervalo actual de temperaturas de las fases de combustión para la incineración de residuos sólidos urbanos, el contenido de cloro más elevado no tiene efectos significativos en la transferencia de metales pesados y elementos traza desde las cenizas pesadas a los residuos de tratamiento del gas.

La posible influencia de la incineración de residuos de PVC sobre las emisiones de dioxinas ha sido el centro de un importante debate científico, ya que el PVC constituye actualmente el principal aporte de cloro en las incineradoras. La contribución de las incineradoras al total de las emisiones de dioxinas en la Comunidad fue de un 40% entre 1993 y 1995⁶⁴.

Se ha sugerido que la reducción del contenido en cloro de los residuos podría contribuir a la reducción de la formación de dioxinas, aunque el mecanismo real no se comprende en su totalidad. Se prevé también que la influencia de la reducción será una relación de segundo o tercer orden⁶⁵. Es muy probable que los principales parámetros de incineración, como la temperatura y la concentración de oxígeno, tengan una importancia fundamental en la formación de dioxinas.

Aunque en los niveles actuales de cloro en los residuos municipales no parece haber una relación cuantitativa directa entre el contenido en cloro y la formación de dioxinas, es posible que un aumento del contenido en cloro en la cadena de residuos por encima de un límite máximo determinado pueda contribuir a un aumento de la formación de dioxinas en las incineradoras. Se ha sugerido el umbral del 1% de cloro⁶⁶, pero sigue habiendo dudas sobre el valor de este umbral⁶⁷. Habrá que seguir realizando nuevos análisis con el fin de evaluar el umbral por encima del cual el contenido en cloro tendría una influencia en la formación de dioxinas. Este umbral podría sobrepasarse debido a las cantidades crecientes de residuos que contienen cloro.

En la actualidad, no todas las incineradoras de la Comunidad funcionan ya de acuerdo con las normas de emisión a la atmósfera más avanzadas para las dioxinas. La Propuesta de Directiva del Consejo sobre incineración de residuos⁶⁸ prevé un valor límite de emisiones de 0,1 ng/m³. Esto disminuiría las emisiones de dioxinas de las incineradoras.

También se ha debatido el posible vínculo entre la incineración de PVC y la corrosión de los equipos de las incineradoras. Algunos operadores argumentan que la

⁶⁴ Identificación de fuentes industriales importantes de dioxinas y furanos en Europa, Instituto de Medio Ambiente del Estado Federado de Renania- Westfalia, Essen, 1997

⁶⁵ Agencia Danesa para la Protección del Medio Ambiente, Aspectos Medioambientales del PVC, 1996

⁶⁶ Wikstrom, 1996, Influencia del nivel y la forma del cloro en la formación de dioxinas, dibenzofuranos y bencenos clorados durante la combustión de un combustible artificial en un reactor de laboratorio.

⁶⁷ Agencia Danesa para la Protección del Medio Ambiente, Emisiones de dioxinas procedentes de la incineración de residuos, Proyecto Medioambiental 117, 1989

Agencia Danesa para la Protección del Medio Ambiente, Los efectos del contenido en cloro en la formación de dioxinas, Proyecto 118, 1989

Agencia Danesa para la Protección del Medio Ambiente, Dioxinas – fuentes, niveles y exposición en Dinamarca, Documento de trabajo N°50/1997

⁶⁸ COM(1998) 558 final

presión del vapor y, por consiguiente, la eficacia energética podrían ser mayores con una menor presencia de cloro en la cadena de residuos. La falta de PVC, por lo tanto, permitiría una mayor eficacia del sistema de valorización energética. Esta cuestión debe seguir siendo investigada. Es preciso señalar que la incineración con valorización energética de residuos de PVC genera una energía superior que la incineración de residuos sólidos urbanos generales, ya que el valor calorífico de los residuos de PVC es más elevado⁶⁹.

La incineración de residuos de PVC incrementa los costes de funcionamiento de las incineradoras debido al uso de agentes de neutralización para neutralizar los gases de combustión ácidos y los costes adicionales ocasionados por la gestión de los residuos resultantes. Los costes financieros adicionales totales relacionados con la incineración del PVC varían según el Estado miembro, los procesos de neutralización y la gestión de los residuos. Se calcula que los costes adicionales de la incineración de PVC comparados con la de los residuos sólidos urbanos oscilan desde unos 20 euros por tonelada para los sistemas húmedos a más de 300 euros por tonelada para los sistemas secos⁷⁰. Las diferencias dependen de la tecnología utilizada y del tipo de PVC incinerado (flexible o rígido). En el anexo 2 se analizan con más detalle estos costes. En la actualidad, estos costes adicionales no los soportan específicamente los nuevos productos de PVC o los residuos de PVC, sino que están incluidos en el coste global de la incineración de residuos.

Se ha encargado un estudio⁷¹ para evaluar las implicaciones económicas que tendría desviar los residuos de PVC de la incineración. El informe analiza tres hipótesis y las compara con la hipótesis de referencia (véase el anexo 3 para más datos). En la primera y segunda hipótesis, los porcentajes de reciclado se incrementan hasta el 15 y el 22% respectivamente en 2020, con una reducción proporcional de la cantidad de PVC enviado a la incineración y al vertedero. En relación con la incineración, esto significa una desviación acumulada de unas 1.700 kt para la hipótesis nº 1 (principalmente residuos de construcción) y de 3.800 kt para la hipótesis nº 2 para el periodo 2000-2020. En la tercera hipótesis, los porcentajes de reciclado no se modifican respecto a la hipótesis de referencia, pero el porcentaje de incineración se estima en el 28% en 2020, en vez del 45% previsto en la hipótesis de referencia, como resultado de la desviación de los residuos de construcción al vertedero. Esto corresponde a la desviación de unas 10.300 kt en el periodo 2000-2020.

Los costes financieros considerados para las hipótesis nº 1 y nº 2 incluyen los costes de incineración evitados (incluidos los "costes específicos"⁷²) y el coste neto

⁶⁹ El valor calórico medio del PVC flexible es de aproximadamente 20 GJ/t, el del PVC rígido es de aproximadamente 16 GJ/t y el de los residuos sólidos urbanos es de aproximadamente 10 GJ/t.

⁷⁰ Bertin Technologies, *op.cit.*

⁷¹ AEA Technology, Evaluación económica de la gestión de los residuos de PVC, informe elaborado para la Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea, junio de 2000. El estudio engloba a los Estados miembros de la UE + 6 países candidatos a la adhesión. Las cifras recogidas se refieren a la media entre las hipótesis de "alta" y "baja" incineración. Estas hipótesis se basan en el supuesto de que la descarga en vertedero de los residuos de PVC disminuirá de forma significativa en algunos países como Suecia, Austria, Alemania y los Países Bajos. La diferencia se debe al grado de reducción alcanzado. Los valores mostrados se refieren a un índice de descenso del 4%.

⁷² La incineración de PVC con residuos sólidos urbanos (RSU) representa costes adicionales de funcionamiento para el incinerador en términos de reactivos para reducir las emisiones de gas ácido y para el tratamiento y eliminación de residuos, aunque quedan parcialmente compensados por las

incurrido del proceso de reciclado que depende de la cadena de residuos desviada. Los costes específicos de la incineración varían considerablemente dependiendo de los tipos de sistemas de limpieza de los gases de combustión. Los cálculos del informe se han realizado para una distribución de sistemas "media" consistente en 25% de sistemas semisecos, 25% de sistemas húmedos y 50% de sistemas semihúmedos-húmedos. Los resultados muestran que, excepto en el caso de productos de construcción rígidos (tuberías, ventanas, soportes de cable y otros perfiles rígidos) y cables, la desviación de residuos de PVC de la incineración hacia el reciclado produce un incremento neto en los costes. El coste por tonelada desviada ha sido calculado en unos 50 €/t para la hipótesis nº 1 y 190 €/t para la hipótesis nº 2. La hipótesis nº 3 produce un ahorro neto de unos 90 €/t. Este último ahorro se debe principalmente al bajo precio de la descarga en vertedero y al suposición de que la segregación de los residuos de construcción, por lo general, se realiza en el mismo lugar a cargo del generador de los residuos. La desviación de otras cadenas de residuos hacia el vertedero (p. ej. residuos domésticos y comerciales) produciría costes mucho más elevados.

Se han evaluado las principales cargas medioambientales de las tres hipótesis, incluidas las repercusiones afines sobre la salud humana. En la medida de lo posible, y por lo tanto con un sesgo hacia los impactos de la contaminación atmosférica, se han evaluado los costes externos asociados a cada una de las hipótesis. Los cálculos de todas las hipótesis muestran ventajas para el medio ambiente. Considerando lo que se define en el estudio como "mejor" estimación de cada una de las cargas evaluadas, se ha calculado que los beneficios para las tres hipótesis son respectivamente unos 190, 140 y 50 €/t de residuo desviado para el periodo 2000-2020. La principal contribución a estos resultados procede en primer lugar de las emisiones evitadas en la fabricación de PVC virgen (en el caso del reciclado de alta calidad) y en segundo lugar de las emisiones evitadas de la incineración (incluidas las emisiones indirectas asociadas con la fabricación de agentes de neutralización).

Como puede observarse comparando los análisis financiero y medioambiental basados en la mejor estimación, las hipótesis nº 1 y nº 3 presentan un beneficio global, ya que los costes por tonelada desviada son inferiores a los beneficios. Sucede lo contrario en la hipótesis nº 2, en la que el beneficio medioambiental, aunque mayor que en las hipótesis nº 1 y nº 3) se ve no obstante superados por el coste estimado.

Se ha partido de una serie de presupuestos para realizar estos cálculos. En particular, respecto a los aspectos financieros, los elementos del coste se basaron necesariamente en unas pocas experiencias de sistemas existentes de reciclado de residuos postconsumo de PVC, que todavía se encuentran en una fase preliminar. Estas variables son mayores en el caso de la hipótesis nº 2. Como el precio de los reciclados está estrechamente ligado al precio del PVC virgen, el incremento de los precios de este último daría lugar a unos costes globales inferiores.

Como se ha indicado, el análisis medioambiental está sesgado hacia los impactos de la contaminación atmosférica. Sin embargo, es probable que la mayor parte de las externalidades omitidas (p. ej. la eliminación de residuos) incrementen los beneficios

mayores ventas de energía debidas al poder calorífico más elevado del PVC en comparación con los RSU.

de desviar el PVC de la incineración. La principal excepción se refiere a los plastificantes de ftalato. El PVC flexible descargado en vertederos formaría un depósito de dichos productos químicos que podría lixivarse lentamente con el tiempo, mientras que la incineración presenta la ventaja de destruirlos. La incineración también permite la recuperación del poder calorífico de los ftalatos. Este factor se ha incluido en el análisis medioambiental.

Evolución futura y orientaciones políticas

En la hipótesis de referencia, la incineración de residuos de PVC se incrementaría hasta unos 2,5 millones de toneladas en 2020 en comparación con las 600.000 toneladas actuales. El número y la capacidad de las incineradoras que emplean tecnologías de neutralización de los gases de combustión de tipo húmedo, semihúmedo-húmedo y semiseco aumentará a expensas de aquellas que emplean tecnologías secas.

Cuestiones para consideración:

La Comisión considera, basándose en el análisis antes citado, que la incineración de residuos de PVC plantea una serie de cuestiones. Podrían preverse una serie de medidas para resolver estas cuestiones, que deberán ser evaluadas a la luz de sus posibles implicaciones medioambientales y económicas. Entre dichas medidas se incluirían:

- 1. Desviación de los residuos de PVC, obligatoria o no, en la medida en que sea económicamente viable, de la incineración al reciclado, preferiblemente, o al vertedero. Esto exigiría la introducción de sistemas de recogida para garantizar la recogida separada del PVC que sería desviado.***
- 2. Desviación similar únicamente para el PVC rígido.***
- 3. Cobertura satisfactoria de los costes adicionales relacionados con la incineración (total o parcialmente), por ejemplo mediante la internalización de dichos costes en el precio de nuevos productos de PVC o la contribución financiera directa a los operadores de instalaciones de incineración.***
- 4. Incentivo a la conversión de las tecnologías de limpieza de los gases de combustión a procesos que reducen las cantidades de residuos generados o permiten el reciclado del HCl en vez de su neutralización.***
- 5. Nuevas investigaciones sobre la posible relación entre la incineración de PVC y la formación de dioxinas.***

Pregunta n°6:

¿Qué serie de medidas sería más eficaz para resolver las cuestiones relativas a la incineración de residuos de PVC?

4.6. Eliminación en vertedero

La eliminación en vertedero es la ruta más común de gestión de residuos de PVC. No se conocen las cifras exactas relativas a la descarga en vertedero de residuos de PVC y existen grandes diferencias entre las diversas estimaciones, que llegan hasta 2,9 millones de toneladas de residuos de PVC vertidos anualmente. Puede calcularse que en los últimos 30 años se ha depositado ya en los vertederos varias decenas de millones de toneladas de residuos de PVC.

Los Estados miembros tendrán que poner en vigor en 2001 las disposiciones de la Directiva 1999/31/CE relativa al vertido de residuos. La Directiva exige que los vertederos cumplan una serie de normas técnicas relativas a la protección del suelo y de las aguas que incluyen la recogida de los lixiviados, la impermeabilización del fondo y el control de las emisiones de gases.

Todos los materiales vertidos, incluido el PVC, están sujetos a diferentes condiciones reactivas, que están determinadas por parámetros como la temperatura, humedad, presencia de oxígeno, actividad de microorganismos y las interacciones entre parámetros en diferentes fases del proceso de envejecimiento de los vertederos. Pueden distinguirse cuatro fases principales: una breve fase aeróbica inicial, la fase acidogénica anaeróbica (de duración variable, más larga que la fase aeróbica), la fase metanogénica anaeróbica (de hasta varios siglos) y la fase final aeróbica.

Se han realizado investigaciones⁷³ sobre muestras de PVC rígido y blando, principalmente mediante estudios con equipos de laboratorio, examen de los efectos de un tratamiento biológico y pruebas microbiológicas.

Por lo general el polímero de PVC se considera resistente en condiciones de enterramiento y vertedero⁷⁴. Sin embargo, se ha detectado un ataque en el polímero de PVC de una hoja fina de embalaje⁷⁵. Éste sigue siendo un resultado aislado y el ataque se observó en condiciones aeróbicas y a 80°C, condiciones que, de producirse en los vertederos, son transitorias.

Las pérdidas de plastificantes, principalmente ftalatos, del PVC flexible han sido ampliamente reconocidas por los estudios científicos. Los resultados de los estudios sobre degradabilidad de los ftalatos en condiciones de vertedero muestran que se produce degradación de los ftalatos, pero que puede no ser completa según las condiciones y el tipo de ftalato. Tanto los ftalatos como sus sustancias de degradación pueden detectarse en los lixiviados de vertedero. Además, los ftalatos de cadena larga, como los DEHP, sólo se degradan parcialmente en el lixiviado normal y en las plantas de tratamiento de residuos y se acumulan en sólidos en suspensión. Las pérdidas de ftalatos también pueden contribuir a las emisiones gaseosas de los vertederos. Al igual que otras emisiones de los vertederos, las emisiones resultantes de la presencia de PVC en los vertederos pueden durar más que la garantía de la barrera técnica y no existen pruebas de que la liberación de ftalatos llegue a pararse tras un período de tiempo determinado.

⁷³ Argus en asociación con la Universidad de Rostock, *op.cit.*

⁷⁴ Mersiowski *et al.*, *op.cit.*

⁷⁵ Argus en asociación con la Universidad de Rostock, *op.cit.*

Los estabilizantes están encapsulados en la matriz de residuos de PVC rígido. Por lo tanto, se supone que la migración sería baja y que afectaría solamente a la superficie del PVC, pero no al grueso del material. En relación con los estabilizantes en residuos de PVC flexible, un estudio⁷⁶ sobre el comportamiento a largo plazo de los residuos de PVC en condiciones de vertedero mostró un desprendimiento de estabilizante de plomo procedente de un cable de PVC específico que contenía una combinación de varios plastificantes.

Los productos de PVC descargados en vertedero sin duda contribuirán a la formación de dioxinas y furanos durante los incendios accidentales de los vertederos, pero en la actualidad no puede calcularse la contribución cuantitativa debido a las dificultades inherentes de la obtención de los datos necesarios.

Con el fin de seguir evaluando y cuantificando los impactos medioambientales del vertido en vertedero de PVC, será necesario seguir investigando para estudiar la degradación potencial del polímero de PVC, el desprendimiento de estabilizantes y plastificantes, así como la contribución medioambiental de los ftalatos a los lixiviados y emisiones gaseosas de los vertederos.

Los costes correspondientes al vertido de residuos de PVC en los Estados miembros son los mismos que para el vertido de residuos sólidos urbanos y registran una amplia variedad de tarifas⁷⁷. Los precios o tarifas para las descargas en vertedero están influidos por una serie de factores tales como las normas del vertedero, la competencia entre diferentes rutas de eliminación, el tipo y las características de los residuos que se aceptan. Por lo general, la presencia de PVC en los residuos sólidos urbanos que se depositan en el vertedero no parece tener relación ni se espera que tenga influencia alguna en los precios o tarifas.

Evolución futura y orientaciones políticas

En la hipótesis de referencia, se calcula que las cantidades de residuos de PVC vertidos permanecerán constantes en unos 2,8 millones de toneladas en 2020.

Cuestiones para consideración

La Comisión considera, basándose en el análisis anterior, que la descarga en vertedero de residuos de PVC flexible plantea varias cuestiones. Una serie de medidas podrían preverse para resolver dichas cuestiones. Deberán considerarse las implicaciones medioambientales y económicas de dichas medidas. Entre dichas medidas se incluirían:

- 1. Eliminación de residuos de PVC flexible en vertederos controlados con normas rigurosas de emisión, como prevé la Directiva sobre vertido de residuos.***
- 2. Nuevas investigaciones sobre el lixiviado o las emisiones de aditivos.***

⁷⁶

Mersiowski *et al.*, *op.cit.*

⁷⁷

En la actualidad, los costes de vertido de residuos sólidos urbanos oscilan entre 8 € por tonelada en España hasta 200 € por tonelada en Alemania. El coste del vertido de residuos mixtos, tales como residuos de construcción y derribo no seleccionados que contengan componentes orgánicos es generalmente superior al del vertido de residuos inertes. Es habitual un precio medio de unos 50 € por tonelada.

Pregunta n°7:

¿Son necesarias medidas específicas relativas al depósito en vertederos de los residuos de PVC? En caso afirmativo, ¿cuáles?

5. OTROS ASPECTOS HORIZONTALES RELATIVOS AL PVC

El análisis del presente documento se centra en dos aspectos principales: el uso de aditivos en el PVC y la gestión de los residuos de PVC. Además, se plantean aspectos más generales y horizontales en el marco de una amplia consulta sobre el PVC.

En relación con el tipo de instrumentos necesarios para aplicar una estrategia horizontal sobre el PVC a escala comunitaria, se dispone de una serie de medidas, obligatorias y voluntarias:

- Enfoques voluntarios, incluida la aplicación de los compromisos voluntarios existentes, a nivel nacional y comunitario, así como el desarrollo de nuevos acuerdos voluntarios. Tal como se ha mencionado anteriormente, la industria europea del PVC ha firmado un compromiso voluntario sobre el desarrollo sostenible del PVC. Y, si bien esto puede considerarse como un primer paso, sigue habiendo trabajo por hacer para garantizar la participación efectiva del sector en el logro de los objetivos comunitarios en este ámbito. Es preciso subrayar que los servicios de la Comisión están preparando en la actualidad una propuesta de Reglamento marco relativo a los acuerdos medioambientales comunitarios que deberá ser adoptada por el Consejo y el Parlamento.
- Podrían proponerse medidas legislativas, como una propuesta de Directiva sobre el PVC, con el fin de abordar todas las cuestiones relativas a la gestión de los residuos de PVC, y otras medidas legislativas que aborden el uso de aditivos basadas en todas las evaluaciones científicas existentes, incluyendo los resultados de las evaluaciones de riesgo. También podrían adoptarse Recomendaciones para desarrollar la aplicación de una estrategia comunitaria.
- Podría proponerse una combinación de instrumentos, que incorporasen los compromisos voluntarios, las recomendaciones y los reglamentos e incluyesen la adaptación de la normativa existente. Una serie de instrumentos de este tipo se ajustaría a un enfoque cuya finalidad fuera combinar los instrumentos voluntarios y los vinculantes.

Aparte de un enfoque basado en la gestión de residuos de PVC y los aditivos, se ha planteado la cuestión de una posible política de sustitución de determinadas aplicaciones de PVC, en el contexto del fomento de productos más sostenibles como parte de una Política Integrada de Productos. Podría pensarse en una política tal de sustitución para aplicaciones específicas, que no pueden separarse de la cadena de residuos general y por lo tanto son difíciles de reciclar, como es el caso de los embalajes, los vehículos de motor, y los equipos eléctricos y electrónicos. Una posible política de sustitución debería estar respaldada por una evaluación global y objetiva de los principales impactos medioambientales, tanto del PVC como de los posibles sustitutos, durante todo su ciclo de vida. El enfoque esbozado en el presente

documento se centra en abordar las cuestiones medioambientales del PVC, fundamentalmente mediante políticas sobre aditivos y gestión de residuos.

Cuestiones para consideración:

Se han identificado algunos problemas en relación con los impactos ambientales del PVC, incluido el tema del enfoque horizontal y de los instrumentos adecuados para tratar dichos problemas. La Comisión ve con agrado el desarrollo de una estrategia horizontal en materia de PVC. Se dispone de una serie de instrumentos para aplicar dicho enfoque. Deberán evaluarse las implicaciones ambientales y económicas, así como la compatibilidad con las obligaciones internacionales de la Comunidad.

Pregunta nº 8:

¿Cuáles son los instrumentos adecuados para desarrollar una estrategia horizontal en materia de PVC? ¿Deberá preverse una política de sustitución del PVC para algunas aplicaciones concretas? En caso afirmativo, ¿cómo?

6. CONCLUSIÓN

En el presente documento se han señalado y analizado una serie de problemáticas relativas al impacto del PVC en el medio ambiente, incluidas las cuestiones relativas a la salud humana. Estas preocupaciones se refieren principalmente a la utilización de determinados aditivos y a la gestión de los residuos de PVC. A la vista del análisis, se han indicado una serie de opciones que podrían garantizar un enfoque más eficaz de la gestión de residuos y aditivos, que deberá basarse en una evaluación de las implicaciones ambientales y económicas, con el fin de reducir el impacto del PVC en la salud humana y el medio ambiente a lo largo de todo su ciclo de vida.

Se propone la realización de una amplia consulta pública sobre el PVC basada en estas opciones. Por consiguiente, la Comisión invita a todas las partes interesadas a debatir y presentar sus observaciones sobre este documento. En octubre de 2000 se organizará una audición pública.

Las observaciones deberán enviarse directamente a la Comisión antes del 30 de noviembre de 2000, inclusive. La correspondencia deberá enviarse al Sr. Krämer, Jefe de la Unidad de Gestión de Residuos (DG ENV) y al Sr. Schulte-Braucks, Jefe de la Unidad de Productos Químicos (DG ENTR), 200 rue de la Loi / Wetstraat 200, B-1049 Bruxelles/Brussel, Bélgica. También pueden enviarse los comentarios por correo electrónico a la siguiente dirección: ENV-PVC@cec.eu.int. Las diferentes versiones lingüísticas del Libro Verde, los estudios encargados por la Comisión, así como las observaciones al Libro Verde se encuentran en la siguiente dirección: <http://europa.eu.int/comm/environment/pvc/index.htm>.

A partir de los análisis desarrollados en el presente documento y del resultado de este proceso de consulta, la Comisión presentará a principios de 2001 una Comunicación en la que se establecerá una estrategia comunitaria global sobre la problemática medioambiental del PVC.

ANEXO 1

Descripción de los distintos procesos de limpieza de los gases de combustión

Procesos de limpieza de los gases de combustión	Características principales
Proceso seco	El proceso de neutralización consiste en la inyección de agentes de neutralización sólidos. El agente de neutralización más común es la cal (Ca(OH)_2). Se utilizan también otros agentes, en particular hidrogenocarbonato de sodio (Bicar, NaHCO_3) o cal hidratada Spongiacal. Una reacción química transforma en sales los componentes ácidos de los gases de combustión. Los residuos resultantes del proceso de neutralización son residuos sólidos compuestos principalmente de sal de neutralización: cloruro de calcio (CaCl_2), cloruro de sodio (NaCl), sulfatos (CaSO_4, Na_2SO_4), sobrante de agentes de neutralización y metales pesados en varias formas químicas. Estos residuos se clasifican como residuos peligrosos. El proceso seco con cal clásica no es probable que pueda respetar el estricto valor límite de emisión de 10 mg/Nm^3. Los procesos secos que utilizan agentes de neutralización específicos como cal hidratada Spongiacal y Bicar pueden respetar este límite.
Proceso semiseco	El proceso de neutralización consiste en la inyección de una solución o una suspensión del agente de neutralización (cal) en agua. Los productos de la reacción resultante son residuos sólidos. Están compuestos de cloruro de calcio, sulfatos y metales pesados, así como de cal no reaccionada añadida en exceso. Los residuos se clasifican como residuos peligrosos.
Proceso húmedo	En este proceso, funcionan dos lavadores de gases sucesivos. En el primero (lavador de gases ácido), la mayoría del HCl es absorbida en agua. El resto del HCl y del SO_x es absorbido y neutralizado en el segundo lavador de gases (lavador neutro), que en general se alimenta con una solución de sosa (NaOH). Los efluentes líquidos resultantes han de ser tratados antes de ser liberados en el medio ambiente. En la unidad de tratamiento de aguas, los metales pesados y sulfatos se precipitan por adición de cal. Los metales pesados precipitados se separan por filtración (y deben ser depositados en vertedero), mientras que las aguas residuales salinas tratadas son vertidas. El efluente del lavador de gases ácido se neutraliza y se trata junto con el efluente del lavador de gases neutro, o bien se purifica y se reutiliza el HCl.
Proceso semihúmedo - húmedo	Debido a las normas más estrictas sobre el vertido de aguas residuales salinas, muchas instalaciones de incineración están introduciendo la evaporación para eliminar completamente los vertidos de líquidos⁷⁸. Los procesos húmedos, por lo tanto, se están convirtiendo en procesos semihúmedos-húmedos que generan residuos sólidos secos. Tal es el caso en las instalaciones alemanas y austríacas. Este proceso es semejante a la técnica húmeda, pero el efluente líquido se rocía a continuación en el gas y el líquido se

⁷⁸

Evaluación económica del proyecto de Directiva sobre la incineración, Informe elaborado para la Comisión Europea, DG XI, AEA Technology, diciembre de 1996

evapora. Este sistema produce residuos secos clasificados como residuos peligrosos.

Es difícil presentar una distribución detallada de los diversos tipos de incineradoras que están actualmente en activo. Las siguientes estadísticas⁷⁹ presentan la situación para el período 1993-1996 y para instalaciones con una capacidad bastante amplia. Alrededor del 15% de la capacidad total utiliza un proceso seco para el tratamiento del gas, en el 25% se emplea un proceso semiseco y en el 20% se utilizan procesos semihúmedos-húmedos, mientras que en torno al 40% se utilizan procesos húmedos. La distribución de las capacidades de tratamiento es diferente en los distintos Estados miembros. En general, las capacidades para procesos secos han disminuido en beneficio de otros procesos. Es probable que esta tendencia aumente con las exigencias más rigurosas sobre emisiones aplicables a las incineradoras, como propone la Directiva sobre incineración de residuos.

⁷⁹

European Energy from Waste Coalition, Energy from Waste Plants: Databook of European Sites, Informe elaborado por Juniper Consultancy Services Ltd, noviembre de 1997. Esta cifra se refiere a instalaciones con una capacidad superior a 30.000 t/año.

ANEXO 2

Costes adicionales de la incineración de PVC

Las cifras del cuadro siguiente⁸⁰ representan el abanico de costes adicionales de la incineración de PVC en comparación con los residuos sólidos urbanos. Las cifras inferiores son aplicables al PVC flexible que contiene un 25% de cloro, y las cifras más elevadas al PVC rígido que contiene un 53% de cloro. Las cifras medias son aplicables a la mezcla de material de PVC con un 45% de cloro, es decir, compuesta de un 70% de PVC rígido y un 30% de PVC flexible.

Media e intervalo de costes adicionales de la incineración de PVC €/t de PVC	Sistema seco		Semiseco	Húmedo	Semihúmedo - húmedo
	Cal	Bicarbonato de sodio	Cal	Cal / NaOH	Cal / NaOH
Sin estabilización de los residuos Valores medio y mínimo/máximo	196 95 – 234	274 144 – 327	165 84 – 206	19 -1 – 29	121 57 – 147
Con estabilización de los residuos Valores medio y mínimo/máximo	290 154 – 347	334 172 – 396	244 127 – 305	19 -1 – 29	186 96 – 226

⁸⁰

Bertin Technologies, *op.cit.*

ANEXO 3

Hipótesis de gestión de residuos de PVC establecidas para el análisis económico y medioambiental⁸¹

Para realizar el análisis económico y medioambiental se han elaborado hipótesis sobre la futura gestión de residuos en toda la UE y en seis de los países candidatos. La hipótesis "**situación invariable**" se basa en el destino actual de los residuos de PVC en toda Europa occidental, según datos facilitados por EuPC, y el porcentaje actual de incineración de residuos sólidos urbanos (RSU). Se supone que el porcentaje diario actual de incineración de las principales cadenas de residuos de PVC es proporcional al porcentaje general de incineración de RSU. Para estimar los destinos futuros, se ha establecido una distinción entre los Estados miembros que se limitarán a la estricta aplicación de la Directiva sobre vertidos y los Estados miembros que probablemente irán más allá de las normas comunitarias, reduciendo sustancialmente los vertidos de residuos orgánicos no tratados (p. ej. Austria, Alemania, los Países Bajos y Suecia) mediante el incremento de la incineración. Se prevé también que el primer grupo de Estados miembros incrementará la capacidad de incineración a lo largo de las próximas dos décadas, pero se supone que el porcentaje final alcanzado será más bajo debido al punto de partida más bajo y a las circunstancias económicas menos favorables de algunos de los países en cuestión. Los países candidatos a la adhesión se han incluido en este primer grupo.

Los porcentajes de incineración obtenidos se han aplicado a las cantidades restantes tras restar los residuos de PVC que se reciclan mecánicamente. Habida cuenta del actual estado limitado de su desarrollo, no se ha considerado en el estudio el reciclado de materia prima. Se ha supuesto que el reciclado mecánico evolucionará según lo previsto, en la hipótesis de referencia desarrollada en el estudio sobre el reciclado mecánico⁸². De este modo, el reciclado total de residuos postconsumo de PVC aumentará desde aproximadamente el 3% actual hasta un 9% en 2020.

Se han elaborado tres hipótesis alternativas de desviación del PVC de la incineración. Las dos primeras se basan en el supuesto de que el PVC desviado de la incineración irá a parar al reciclado mecánico. En la tercera hipótesis, los residuos desviados se envían a vertederos.

Hipótesis nº 1: Esta hipótesis se basa en parte en la "hipótesis de mejora selectiva" propuesta en el estudio sobre reciclado mecánico. Se parte del supuesto de que el reciclado de la mayoría de los residuos de construcción adecuados para un reciclado de alta calidad será fomentado de forma tal que se alcance el potencial medio calculado en el estudio sobre reciclado mecánico. Aunque es adecuado para el reciclado de alta calidad, se ha excluido sin embargo el PVC presente en la categoría de residuos domésticos y comerciales, así como los perfiles y tubos flexibles (categoría construcción), por no disponerse de una estimación de costes precisa. Es razonable asumir que la evolución del potencial de reciclado para estos residuos, por lo tanto, está más lejana que para el resto de los residuos para los cuales se facilitaron estimaciones de costes.

Hipótesis nº 2: Esta hipótesis incluye el reciclado mecánico de todos los tipos de residuos adecuados (construcción, domésticos y comerciales, envasado, eléctricos y electrónicos) y

⁸¹ AEA Technology, Evaluación económica de la gestión de los residuos de PVC, proyecto de informe elaborado para la Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea, mayo de 2000

⁸² Prognos, *op.cit.*

logra su potencial pleno absoluto en 2010 y continúa a este ritmo hasta 2020. Todas las cadenas de residuos se reciclan al *máximo* de su potencial de reciclado estimado en el estudio sobre el reciclado mecánico.

Hipótesis nº 3: En esta hipótesis los porcentajes de reciclado se mantienen invariables en relación con la hipótesis de referencia. Los residuos de PVC desviados de la incineración, por lo tanto, son enviados al vertedero. El análisis está limitado a la desviación de residuos de construcción para identificar las principales repercusiones económicas y medioambientales de la desviación de la incineración al vertedero. Es probable que la separación del PVC del resto de las cadenas de residuos consideradas en el estudio sea más problemática desde un punto de vista económico y técnico.