



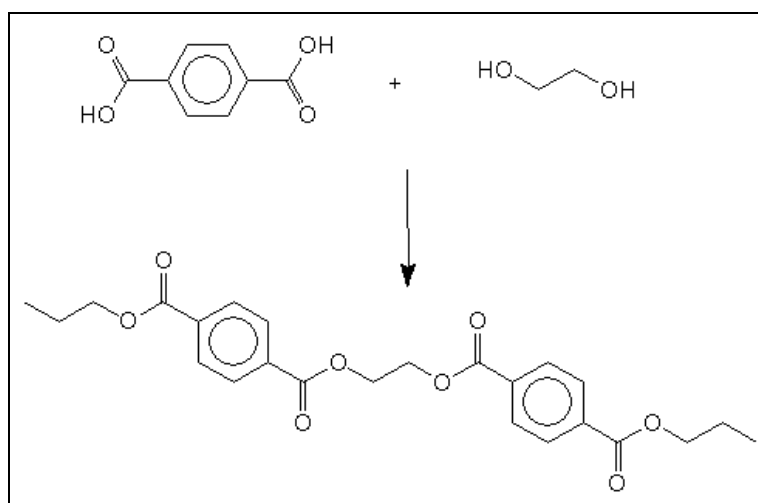
COMISIÓN EUROPEA
DIRECCIÓN GENERAL
CENTRO COMÚN DE INVESTIGACIÓN
Instituto de Prospectiva Tecnológica

Prevención y control integrados de la contaminación

Documento de referencia sobre las
mejores técnicas disponibles para
la fabricación de

Polímeros

Fecha: octubre de 2006



RESUMEN

1) Introducción

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

2) Ámbito de aplicación del documento

El documento se centra en los principales productos de la industria europea de los polímeros, tanto en lo referente a las cifras de producción como en cuanto al impacto medioambiental, que se obtienen fundamentalmente en instalaciones especializadas en la producción de un determinado polímero. La lista de productos considerados no es definitiva, pero en ella se encuentran, por ejemplo, poliolefinas, poliestireno, policloruro de vinilo, poliésteres insaturados, caucho de estireno-butadieno polimerizado por emulsión, cauchos polimerizados en solución que contienen butadieno, poliamidas, fibras de polietilentereftalato y fibras de viscosa.

No se ha fijado ningún umbral específico al establecer los límites entre las instalaciones IPPC y el resto de instalaciones de producción de polímeros, ya que la Directiva IPPC no lo contempla.

3) El sector y las cuestiones medioambientales

Las compañías de polímeros producen una gama de productos básicos que van desde materias primas hasta materiales de alto valor añadido y son fabricados tanto en lotes como en procesos continuos que abarcan instalaciones con capacidades de entre unas 10 000 hasta unas 300 000 toneladas por año.

Los polímeros básicos se venden a empresas de transformación que abastecen a una inmensa variedad de mercados de usuarios finales.

La química de la producción de polímeros consta de tres tipos de reacciones básicas: polimerización, policondensación y poliadición. Por tanto el número de operaciones/procesos utilizados, que incluyen la preparación, la reacción en sí y la separación de productos, se mantiene relativamente bajo. En muchos casos son necesarios procesos de calentamiento, refrigeración o aplicación de vacío o de presión. Los inevitables flujos de residuos se tratan en sistemas de recuperación y/o reducción o se eliminan como residuos.

Los puntos ambientales clave del sector de los polímeros son las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV), en algunos casos también las aguas residuales con posibles cargas elevadas de compuestos orgánicos, las cantidades relativamente grandes de disolventes usados y de residuos no reciclables, así como el consumo energético. Dada la diversidad del sector y la amplia gama de polímeros fabricados, este documento no proporciona un panorama exhaustivo de las emisiones del sector de los polímeros. Sin embargo, se presentan datos sobre las emisiones y consumo procedentes de un amplio abanico de instalaciones de este sector actualmente operativas.

4) Técnicas candidatas a MTD

Las técnicas que han de considerarse para determinar las MTD se agrupan en una sección genérica y en secciones específicas para algunos polímeros. La primera incluye herramientas de

gestión medioambiental, diseño de equipos y mantenimiento, así como técnicas genéricas y de control relacionadas con la energía y las medidas aplicadas al final del proceso.

5) Mejores técnicas disponibles

El resumen aquí recogido no incluye la información de base ni las referencias horizontales que sí se encuentran en el texto íntegro, el cual contiene además MTD sobre gestión medioambiental que no aparecen mencionadas en este resumen.

Relación con el BREF sobre CWW

El BREF sobre «Sistemas comunes de gestión y tratamiento de aguas y gases residuales del sector químico» (*Common waste gas and waste water treatment/management systems in the chemical sector*, en adelante CWW) describe técnicas que normalmente pueden aplicarse a todo el sector de la industria química. En ese mismo documento pueden encontrarse descripciones detalladas sobre técnicas de recuperación y reducción.

Los niveles de emisión asociados a las MTD para las técnicas aplicadas al final del proceso que aparecen descritas en el BREF sobre CWW, corresponden a MTD siempre que estas técnicas se apliquen en el sector de los polímeros.

Flujo másico y niveles de concentración

Este documento hace referencia principalmente a los niveles de emisión y consumo correspondientes a las MTD relacionadas con la producción. Así mismo hace referencia a las técnicas aplicadas al final del proceso cuyos resultados, en función de la concentración, aparecen en el BREF sobre CWW. Todos los niveles de emisión asociados a las MTD se refieren a las emisiones totales, que incluyen tanto las fuentes puntuales como las emisiones fugitivas.

Comprender la aplicación de las MTD

Las MTD que aparecen mencionadas incluyen MTD genéricas y MTD específicas para el caso de los distintos polímeros tratados en este documento. Las MTD genéricas son aquellas que se considera que pueden aplicarse en general a todas las clases de instalaciones de polímeros. Las MTD específicas para determinados polímeros son aquellas que se consideran específicas de instalaciones que tratan, totalmente o en su mayoría, con ciertos tipos de polímeros.

Las MTD genéricas consisten en:

- reducir las emisiones fugitivas mediante un equipo de diseño avanzado que incluya:
 - uso de válvulas de fuelle o de doble junta de estanqueidad, u otro equipo igual de eficaz; las válvulas de fuelle están especialmente recomendadas para aplicaciones altamente tóxicas
 - bombas de accionamiento magnético o de motor hermético, o bombas de doble junta y barrera líquida
 - compresores de accionamiento magnético o de motor hermético, o compresores de doble junta y barrera líquida
 - agitadores de accionamiento magnético o de motor hermético, o agitadores de doble junta y barrera líquida
 - minimización del número de bridas (empalmes)
 - juntas eficaces
 - sistemas cerrados de muestreo
 - drenaje de efluentes contaminados en sistemas cerrados
 - sistemas de captura en las salidas de aire;
- llevar a cabo una evaluación y medición de las pérdidas fugitivas para clasificar los componentes según el tipo, aplicación y condiciones del proceso con el fin de identificar los elementos con el potencial de pérdida por fuga más alto;

- implantar y mantener un equipo de control y mantenimiento (M&M) y/o un programa de detección y reparación de fugas (LDAR) con una base de datos de componentes y aplicaciones junto con la evaluación y medición de las pérdidas fugitivas;
- reducir las emisiones de polvo combinando las siguientes técnicas:
 - el transporte en fase densa, que es más eficaz para evitar las emisiones de polvo que el de fase diluida.
 - reducción de las velocidades a los valores más bajos posibles en los sistemas de transporte en fase diluida
 - reducción de la producción de polvo en las líneas transportadoras mediante tratamientos de superficie y una adecuada disposición de las tuberías
 - uso de ciclones y/o filtros en las salidas de aire de las unidades de eliminación de polvo; el uso de sistemas de filtro de tela es más efectivo, especialmente para el caso del polvo fino
 - uso de lavadores de gases;
- minimizar las puestas en marcha y paradas de las instalaciones para evitar los picos de emisiones y reducir el consumo general (por ejemplo, de energía o de monómeros por tonelada de producto);
- asegurar los contenidos del reactor en caso de producirse una parada de emergencia (usando por ejemplo sistemas de contención);
- reciclar el material contenido o bien usarlo como combustible;
- evitar la contaminación del agua mediante el uso de tuberías con un diseño y materiales adecuados; para facilitar la inspección y la reparación, los sistemas de captura de efluentes en nuevas instalaciones y en sistemas reacondicionados son:
 - tuberías y bombas colocadas en la superficie
 - tuberías situadas en conductos accesibles para inspección y reparación;
- usar sistemas de recogida diferentes para los siguientes efluentes:
 - efluentes contaminados del proceso
 - agua que pueda estar contaminada procedente de fugas u otras fuentes, incluyendo el agua de refrigeración y la de escurrimiento de superficie correspondiente a las áreas de proceso
 - agua no contaminada;
- tratar las corrientes de purga de aire que provienen de tanques de desgasificación o de los venteos de los reactores con una o varias de las siguientes técnicas:
 - reciclado
 - oxidación térmica
 - oxidación catalítica
 - adsorción
 - combustión en antorcha (sólo en corrientes discontinuas);
- usar sistemas de combustión en antorcha para tratar emisiones discontinuas provenientes del sistema del reactor; esta combustión es una MTD sólo si dichas emisiones no pueden volver a utilizarse en el proceso o no pueden usarse como combustible;
- usar, cuando sea posible, la energía y el vapor de las instalaciones de cogeneración; normalmente una instalación usa la cogeneración cuando utiliza el vapor producido o cuando hay una salida comercial disponible para el vapor producido; la electricidad generada puede usarse en la propia instalación o bien ser exportada;

- recuperar el calor de reacción mediante la producción de vapor a bajas presiones en procesos o en plantas que disponen de consumidores internos o externos del vapor así producido;
- reutilizar los potenciales residuos que se produzcan en las plantas de polímeros;
- utilizar sistemas de transporte con válvulas de inspección (*pigs*) con materias primas o productos líquidos en instalaciones donde se fabrican diversos productos;
- usar un tanque de almacenamiento para el agua residual antes de la depuradora de aguas residuales para lograr así mantener constante la calidad del agua residual; esto se aplica a todos los procesos que generan agua residual como los de producción de PVC y de caucho de estireno-butadieno polimerizado por emulsión (ESBR);
- tratar eficazmente el agua residual, lo que puede hacerse en una depuradora central o en una que se dedique a una actividad específica; dependiendo de la calidad del agua residual, deberá hacerse o no un pretratamiento específico.

Las MTD para el polietileno son:

- recuperar monómeros de los compresores de émbolo en los procesos de fabricación de polietileno de baja densidad para:
 - reciclarlos en el proceso y/o
 - enviarlos a un oxidador térmico;
- recoger los gases expulsados de los extrusores; los gases emanados de la sección de extrusión (la junta trasera del extrusor) en los procesos de fabricación de polietileno de baja densidad, son ricos en COV; si se aspiran los vapores producidos en la sección de extrusión, se reduce la emisión de monómeros;
- reducir las emisiones de las secciones de almacenamiento y acabado mediante un tratamiento del aire de purga;
- operar el reactor con la mayor concentración posible de polímeros; al aumentar la concentración de polímeros en el reactor, se optimiza el rendimiento energético general del proceso de producción;
- utilizar sistemas de refrigeración de circuito cerrado.

Las MTD para polietilenos de baja densidad (LDPE) son:

- el funcionamiento de los separadores de baja presión (LPS) a la mínima presión y/o
- la selección del disolvente y
- la desvolatilización en la fase de extrusión o
- el tratamiento del aire de purga procedente de los tanques de desgasificación.

Las MTD para los procesos de suspensión son:

- la aplicación de sistemas de circuito cerrado de purga con nitrógeno y
- la optimización del proceso de separación (*stripping*) y
- el reciclado de los monómeros obtenidos en el proceso de separación (*stripping*) y

- la condensación del disolvente y
- la selección del disolvente.

Las MTD para los procesos de fase gaseosa son:

- la aplicación de sistemas de circuito cerrado de purga con nitrógeno y
- la selección del disolvente y de los co-monómeros.

Las MTD para los procesos en solución de polietilenos lineales de baja densidad (LLDPE) son:

- la condensación del disolvente y/o
- la selección del disolvente y
- la desvolatilización en la fase de extrusión;
- el tratamiento del aire de purga procedente de los tanques de desgasificación.

Las MTD para el poliestireno son:

- reducir y controlar las emisiones procedentes del almacenamiento, utilizando una o varias de las siguientes técnicas:
 - minimización de la variación del nivel
 - utilización de conductos compensadores de gases
 - implantación de techos flotantes (solo en tanques de gran tamaño)
 - condensadores instalados
 - recuperación de los gases de los respiraderos para su tratamiento;
- recuperar todas las corrientes de purga y las de los respiraderos de los reactores;
- recoger y tratar los gases de escape originados en la granulación; normalmente los gases de la sección de granulación se aspiran y se tratan junto a aquellos que provienen de las corrientes de purga y los respiraderos de los reactores; esto se utiliza únicamente en los procesos de producción de poliestireno de uso general (GPPS) y de poliestireno de alto impacto (HIPS);
- reducir las emisiones provenientes de los procesos de preparación de poliestireno expandido (EPS) mediante una o varias de las siguientes técnicas u otras equivalentes:
 - conductos compensadores de vapor
 - condensadores
 - recuperación de los gases de los respiraderos para su tratamiento posterior;
- reducir las emisiones de los sistemas de disolución en los procesos de producción de HIPS mediante una o varias de las siguientes técnicas:
 - ciclones para separar el aire neumático
 - sistemas de bombeo de alta concentración
 - sistemas continuos de disolución
 - conductos compensadores de vapor
 - recuperación de los gases de los respiraderos para su tratamiento posterior;
 - condensadores.

Las MTD para el policloruro de vinilo son:

- emplear instalaciones adecuadas para el almacenamiento de la materia prima, el monómero de cloruro de vinilo (VCM), que estén diseñadas y se mantengan de tal forma que impidan las fugas y la consecuente contaminación de la atmósfera, el suelo y el agua:
 - almacenar el VCM en tanques refrigerados a presión atmosférica o
 - almacenar el VCM en tanques presurizados a temperatura ambiente y
 - evitar las emisiones de VCM instalando en los tanques condensadores de reflujo refrigerados y/o
 - evitar las emisiones de VCM dotando a los tanques de conexiones a sistemas de recuperación de VCM o a un equipo apropiado de tratamiento de gases de respiradero;
- impedir emisiones procedentes de las distintas conexiones al descargar VCM mediante:
 - el uso de conductos compensadores de vapor y/o
 - la captura y tratamiento del VCM originado en las conexiones antes de que se produzca la separación;
- reducir las emisiones de VCM residuales de los reactores combinando apropiadamente las siguientes técnicas:
 - reducción de la frecuencia de apertura de los reactores
 - despresurización del reactor tras dirigir los gases del respiradero al sistema de recuperación de VCM
 - evacuación de los contenidos líquidos a depósitos cerrados
 - lavado y aclarado del reactor con agua
 - drenado de esta agua al sistema de separación (*stripping*)
 - limpieza a vapor y/o aclarado con un gas inerte para eliminar toda presencia de trazas de VCM, llevando después los gases al sistema de recuperación de VCM;
- emplear un proceso de separación (*stripping*) para la suspensión o el látex y así obtener un contenido bajo de VCM en el producto;
- tratar las aguas residuales con una combinación de:
 - separación (*stripping*)
 - floculación
 - depuración biológica del agua residual;
- impedir las emisiones de polvo en los procesos de secado a través de ciclones para el PVC en suspensión, filtros textiles para el PVC en microsuspensión y filtros de varias mangas para el PVC en emulsión;
- tratar las emisiones de VCM originadas en el sistema de recuperación mediante una o varias de las siguientes técnicas:
 - absorción
 - adsorción
 - oxidación catalítica
 - incineración;
- prevenir y controlar emisiones fugitivas de VCM que provengan de juntas y conexiones del equipo;
- evitar emisiones accidentales de VCM de los reactores de polimerización mediante una o varias de las siguientes técnicas:
 - instrumentación específica de control de las materias primas que entran en el reactor y de las condiciones de funcionamiento
 - sistemas de inhibidores químicos para detener la reacción
 - capacidad de refrigeración de emergencia del reactor

- energía de emergencia para el proceso de agitado (únicamente para catalizadores insolubles en agua)
- capacidad controlada de los respiraderos de emergencia para dirigir los gases al sistema de recuperación de VCM.

Las MTD para el poliéster insaturado (UP) son:

- tratar los gases de salida con una o varias de las siguientes técnicas:
 - oxidación térmica
 - carbón activo
 - lavadores de glicol
 - cámaras de sublimación;
- tratar químicamente el agua residual, que se origina principalmente en la reacción (en su mayor parte junto a gas residual).

Las MTD para la producción de ESBR son:

- diseñar y mantener adecuadamente los tanques de almacenamiento de la instalación de tal forma que impidan las fugas y la consecuente contaminación de la atmósfera, el suelo y el agua y utilizar una o varias de las siguientes técnicas de almacenamiento:
 - minimizar la variación del nivel (sólo en plantas integradas)
 - conductos compensadores de gas (únicamente en tanques próximos entre sí)
 - techos flotantes (sólo en tanques de gran tamaño)
 - condensadores para los gases de los respiraderos
 - separación (*stripping*) mejorada del estireno
 - recuperación de los gases de respiradero para su tratamiento exterior (normalmente incineración);
- controlar y minimizar las emisiones difusas (fugitivas) empleando las siguientes técnicas u otras equivalentes:
 - control de las bridas, bombas, juntas, etc.
 - mantenimiento preventivo
 - muestreo en circuito cerrado
 - actualizaciones de las instalaciones: juntas mecánicas en tándem, válvulas a prueba de fugas, juntas mejoradas;
- recoger los gases de los respiraderos de los equipos utilizados en el proceso y tratarlos (normalmente incineración);
- reciclar el agua;
- depurar el agua residual con tratamientos biológicos o técnicas equivalentes;
- minimizar el volumen de residuos peligrosos a través de una buena separación y recogerlos para enviarlos a tratamiento externo;
- minimizar el volumen de residuos no peligrosos a través de una buena gestión y reciclado fuera de la propia instalación.

La MTD para los cauchos polimerizados en solución que contienen butadieno es:

- eliminar los disolventes del producto mediante una o ambas de las siguientes técnicas o bien otras equivalentes:
 - desvolatilización en la fase de extrusión
 - separación (*stripping*) con vapor.

La MTD para las poliamidas es:

- tratar los gases de escape que se obtienen en los procesos de producción de poliamidas a través de lavadores húmedos.

Las MTD para fibras de polietilentereftalato (PET) son:

- aplicar un pretratamiento de las aguas residuales, como pueden ser una o varias de las siguientes técnicas:
 - separación (*stripping*)
 - reciclado
 - o equivalenteantes de enviar el agua residual generada en la producción de PET a una depuradora de aguas residuales;
- tratar las corrientes de gas residual provenientes de la producción de PET mediante oxidación catalítica o técnicas equivalentes.

Las MTD para fibras de viscosa son:

- utilizar las hiladoras en recintos cerrados;
- condensar el gas de salida de proceso de hilado para recuperar el CS₂ y reciclarlo de nuevo en el proceso;
- recuperar el CS₂ de los flujos de gases de salida mediante adsorción en carbón activo; según sea la concentración de H₂S en los gases de salida, existen varias técnicas para la recuperación por adsorción de CS₂;
- utilizar procesos de desulfuración de los gases de salida basados en oxidación catalítica con producción de H₂SO₄; en función de los flujos de masa y de las concentraciones, hay disponibles diferentes procesos para la oxidación de los gases de salida que contengan azufre;
- recuperar sulfatos de los baños de hilatura; una MTD es eliminar del agua residual los sulfatos en forma de Na₂SO₄; el subproducto obtenido tiene valor económico y por tanto se vende;
- reducir el Zn de las aguas residuales mediante precipitación alcalina seguida de una precipitación de sulfuro;
- emplear técnicas anaeróbicas de reducción de sulfatos en masas de agua sensibles;
- utilizar incineradores de lecho fluidizado para quemar residuos no peligrosos y recuperar el calor producido para la producción de vapor o energía.

6) Niveles de consumo y emisión asociados a las MTD

Teniendo en cuenta tanto las MTD genéricas como las específicas, los siguientes niveles de consumo y emisión están asociados a las MTD (véase la tabla siguiente):

| | COV (g/t) | Polvo (g/t) | Demanda Química de Oxígeno (DQO) | Sólidos en suspensión (g/t) | Energía directa (GJ/t) | Residuos peligrosos (kg/t) |
|--|--------------|----------------|--|-----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
|--|--------------|----------------|--|-----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|

| | | | (g/t) | | | |
|--|---|---|----------------------|-----------------------------|---|---|
| LDPE | Nuevas: 700 - 1100 Existentes: 1100 - 2100 | 17 | 19 - 30 | | Conducto: 2,88 - 3,24 * Autoclave: 3,24 - 3,60 | 1,8 - 3,0 |
| Copolímeros LDPE | 2000 | 20 | | | 4,50 | 5,0 |
| HDPE | Nuevas: 300 - 500 Existentes: 500 - 1800 | 56 | 17 | | Nuevas: 2,05 Existentes: 2,05 - 2,52 | 3,1 |
| LLDPE | Nuevas: 200 - 500 Existentes: 500 - 700 | 11 | 39 | | Nuevas: 2,08 Existentes: 2,08 - 2,45 | 0,8 |
| GPSS | 85 | 20 | 30 | 10 | 1,08 | 0,5 |
| HIPS | 85 | 20 | 30 | 10 | 1,48 | 0,5 |
| EPS | 450 - 700 | 30 | | | 1,80 | 3,0 |
| S-PVC | VCM: 18 - 45 Opinión divergente: 18 - 72 | 10 - 40 | 50 - 480 | 10** | | 0,01 - 0,055 |
| E-PVC | 100 - 500 Opinión divergente: 160 - 700 | 50 - 200 | 50 - 480 | 10** | | 0,025 - 0,075 |
| UP | 40 - 100 | 5 - 30 | | | 2 - 3,50 | 7 |
| ESBR | 170 - 370 | | 150 - 200 | | | |
| * Queda excluido un posible valor positivo de 0 a 0,72 GJ/t de vapor a baja presión (depende de las posibilidades de exportación del vapor a baja presión). "Nuevas" y "Existentes" se refieren a las instalaciones. ** Así mismo se alcanza 1 - 12 g/t de AOX en las fábricas de producción de PVC o en las fábricas combinadas con producción de PVC | | | | | | |
| | S al aire (kg/t) | SO₄²⁻ al agua (kg/t) | DQO (g/t) | Zn al agua (g/t) | Energía directa (GJ/t) | Residuos peligrosos (kg/t) |
| Fibras discontinuas de viscosa | 12 - 20 | 200 - 300 | 3000 - 5000 | 10 - 50 | 20 - 30 | 0,2 - 2,0 |

Tres Estados miembros pidieron que se registrase la opinión divergente mantenida en cuanto a los niveles de emisión asociados a las MTD en las emisiones de VCM al aire en la producción de PVC. Los niveles de emisión asociados a las MTD (BAT AEL) que los tres Estados miembros propusieron se muestran en la tabla.

El argumento que dieron para la opinión divergente es el siguiente: *El valor superior del intervalo corresponde a las fábricas pequeñas. El amplio margen de los BAT AEL no corresponde a valores de distintas MTD sino a la fabricación de diferentes mezclas de productos. Cualquier BAT AEL dentro de este margen se corresponde con fábricas que utilizan MTD en todos sus procesos.*

7) Observaciones finales

Entre 2003 y 2005 se efectuó el intercambio de información sobre las mejores técnicas disponibles para la fabricación de polímeros. El proceso de intercambio de información fue fructífero y se consiguió un elevado grado de consenso durante la reunión final del grupo de trabajo técnico y después de ella. Solamente se registró una opinión divergente en lo relativo a los niveles de emisión asociados a las MTD en la producción de PVC.

Resumen

Mediante sus programas de IDT, la Comunidad Europea lanza y apoya una serie de proyectos sobre tecnologías limpias, tecnologías emergentes de tratamiento y reciclado de efluentes, y estrategias de gestión. Estos proyectos podrían aportar una contribución útil para futuras revisiones del BREF. Por tanto, se ruega a los lectores que informen a la Oficina Europea de Prevención y Control Integrados de la Contaminación (EIPPCB) de todos los resultados de las investigaciones relativas al ámbito tratado en el BREF (véase también su prefacio).