

MEDITERRÁNEO

Alternativas de prevención
de la contaminación en el
**sector de la química
en discontinuo**

producción

LIMPIA



Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL)
Plan de Acción para el Mediterráneo



PNUMA



Centro de Actividad Regional
para la Producción Limpia



Ministerio de Medio Ambiente
España



Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient
i Habitatge

Alternativas de prevención de la contaminación en el **sector de la química en discontinuo**



Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL)
Plan de Acción para el Mediterráneo



PNUMA



Centro de Actividad Regional
para la Producción Limpia



Ministerio de Medio Ambiente
España



Generalitat de Catalunya
**Departament de Medi Ambient
i Habitatge**

Nota : Esta publicación puede ser reproducida total o parcialmente, con fines educativos y no lucrativos sin permiso específico del Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL), siempre y cuando se mencione el origen de la información. El CAR/PL agradecería recibir una copia de cualquier publicación donde este material sea usado como fuente. No está permitido en uso de esta información con fines comerciales o de venta sin permiso escrito del CAR/PL.

Las denominaciones usadas en esta publicación y la presentación de material en la misma, no implican la expresión de ninguna opinión por parte del CAR/PL en relación con el estatus legal de ningún país, territorio o área, o de sus autoridades o respecto a sus fronteras y límites.

Si considera que algún punto del estudio puede mejorarse o existe alguna imprecisión, le agradeceríamos nos lo comunicase.

Estudio terminado en diciembre 2005

Estudio publicado en abril 2006

Si desea solicitar copias adicionales o para cualquier información adicional, póngase en contacto con:

Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL)

C/ París, 184 – 3ª planta

08036 Barcelona (España)

Tf. +34 93 415 11 12 - Fax. +34 93 237 02 86

e-mail: cleanpro@cprac.org

Web page: <http://www.cprac.org>

EQUIPO DE TRABAJO Y REDACCIÓN

Directora del equipo	Esther Monfà	CAR/PL
Coordinador técnico	Rafael Beaus Codes	B&B Asesores
Colaboradores	Rosa Beaus Romero Lorena Alegre Martínez Carles Blanco Gispert Ivette García Monterrubio Pedro L. Guerra Brito Beatriz Lacábex Juan J. Torres Frank Volkmer	B&B Asesores B&B Asesores B&B Asesores B&B Asesores B&B Asesores Cimas Consultores Sigmed21 S.L. CAR/PL
Agradecimientos	Puntos Focales Nacionales (PFN) de los Países del Plan de Acción para el Mediterráneo (PAM) Anne Burril (Comisión Europea) ASCAME (Asociación de Cámaras de Comercio del Mediterráneo) IHOBE, S.A CEMA, S.A.	

ÍNDICE

0. RESUMEN EJECUTIVO	13
1. INTRODUCCIÓN	17
1.1. ANTECEDENTES Y ÁMBITO	17
1.2. ALCANCE	18
1.3. OBJETIVOS.....	19
1.4. METODOLOGÍA	19
1.5. CONTENIDO	20
2. SITUACIÓN DE LA INDUSTRIA QUÍMICA EN LOS PAÍSES DEL PAM	23
2.1. SITUACIÓN GLOBAL DEL SECTOR QUÍMICO EN LOS PAÍSES DEL ARCO MEDITERRÁNEO.....	23
2.2. SITUACIÓN PARTICULAR DEL SECTOR QUÍMICO EN LOS PAÍSES DEL ARCO MEDITERRÁNEO.....	24
3. DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES FASES DE PROCESO Y OPERACIONES DE LA INDUSTRIA QUÍMICA Y ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES ASOCIADOS	53
3.1. ALMACENAMIENTO	55
3.2. CARGA Y DESCARGA DE PRODUCTOS	57
3.3. PRODUCCIÓN	57
3.3.1. Medida, pesaje y dosificación	57
3.3.2. Transporte interno de productos	58
3.3.3. Reacción y/o formulación.....	58
3.3.4. Operaciones separativas, de purificación y de acondicionamiento final	58
3.3.4.1. Operaciones de separación y purificación	59
3.3.4.2. Acondicionamiento final.....	64
3.4. LIMPIEZAS DE INSTALACIONES, EQUIPAMIENTOS Y CONDUCCIONES.....	66
3.5. ACONDICIONAMIENTO DE AGUAS DE PROCESO.....	66
3.6. SISTEMAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA, REFRIGERACIÓN, CALENTAMIENTO Y RECUPERACIÓN DE CALOR	67
3.7. INSTALACIONES DE TRATAMIENTO Y DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES.....	68
3.8. INSTALACIONES DE TRATAMIENTO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS	69
3.9. ACONDICIONAMIENTO DE RESIDUOS	69
3.10. CONSUMO DE AGUA.....	70
3.11. CONSUMO DE ENERGÍA.....	70

4. GESTIÓN Y CONTROL DE LOS ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES Y TÉCNICAS APLICADAS..	71
4.1. AGUAS RESIDUALES: GENERACIÓN Y GESTIÓN.....	71
4.2. EMISIONES ATMOSFÉRICAS: GENERACIÓN Y GESTIÓN.....	75
4.3. RUIDO Y VIBRACIONES.....	77
4.4. RESIDUOS: GENERACIÓN Y GESTIÓN	78
4.5. CONTAMINACIÓN DEL SUELO: GENERACIÓN Y GESTIÓN	81
4.6. CONSUMO DE AGUA: GENERACIÓN Y GESTIÓN	82
4.7. CONSUMO DE ENERGÍA: GENERACIÓN Y GESTIÓN.....	83
5. OPORTUNIDADES DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN (OPC).....	85
5.1. ESTRATEGIAS PARA PROMOVER LA MINIMIZACIÓN EN ORIGEN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	86
5.1.1. Optimización de las materias primas empleadas.....	86
5.1.2. Optimización de las técnicas de producción	87
5.1.3. Optimización de los sistemas de distribución	87
5.1.4. Promoción sectorial de la producción limpia.....	87
5.1.5. Química verde y medidas de prevención del impacto ambiental.....	89
5.1.5.1. Áreas de enfoque de la Química verde	89
5.1.5.2. Los doce principios de la Química Verde	90
5.1.5.3. Ejemplos de aplicación de la Química Verde	90
5.2. EJEMPLOS DE OPORTUNIDADES DE MINIMIZACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	91
5.2.1. OPC en almacenamiento, muestreo y carga y descarga de productos.....	93
5.2.2. OPC en medida, pesaje, dosificación, manipulación y transporte interno de productos.....	95
5.2.3. OPC en proceso de producción: reacción y formulación	96
5.2.4. OPC en operaciones separativas, de purificación y acondicionamiento final.....	98
5.2.5. OPC en operaciones de limpieza.....	99
5.2.6. OPC en sistemas de refrigeración	100
5.2.7. OPC en instalaciones de tratamiento de aguas residuales	101
5.2.8. OPC en instalaciones de tratamiento de emisiones atmosféricas	102
5.2.9. OPC en instalaciones de gestión y tratamiento de residuos.....	103
5.2.10. OPC en ruidos y vibraciones.....	104
5.2.11. OPC en consumo de agua	105
5.2.12. OPC en consumo de energía.....	106
5.2.13. OPC en tratamiento de agua para proceso.....	107
5.2.14. OPC en sensibilización y formación del personal. Comunicación ambiental.	108
5.2.15. OPC en mantenimiento preventivo	108
5.2.16. OPC en implantación de un sistema de gestión ambiental (EMAS o ISO 14.001).	109
6. CASOS PRÁCTICOS.....	111
6.1. MODIFICACIÓN DE PROCESOS	111
6.2. RECUPERACIÓN Y RECICLAJE EN ORIGEN	117
6.3. BUENAS PRÁCTICAS.....	127
6.4. SUSTITUCIÓN DE MATERIAS PRIMAS	146
6.5. NUEVAS TECNOLOGÍAS	153
6.6. ACTUACIONES DE MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS Y EMISIONES	155

6.7.	CÓMO IMPLANTAR UN PROGRAMA DE MINIMIZACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL .	162
6.7.1.	Planificación y organización.....	162
6.7.2.	Valoración y diagnosis inicial	163
6.7.3.	Análisis del proceso y de los residuos y emisiones generados.....	165
6.7.4.	Generación y evaluación de las oportunidades de minimización.....	167
6.7.5.	Implantación y control de los cambios.....	169
6.7.6.	Medida del progreso: programa y evaluación de los proyectos	170
6.7.7.	Mantenimiento del programa de minimización de residuos y emisiones.	172
7.	CONCLUSIONES	173
7.1.	PROPUESTAS GLOBALES	173
7.2.	PROPUESTAS PARTICULARES.....	174
8.	BIBLIOGRAFÍA	177
8.1.	DOCUMENTACIÓN CONSULTADA.....	177
8.2.	FUENTES ON-LINE	178

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Subsectores de la industria química española (Fuente: FEIQUE)	33
Tabla 2.2. Distribución de los sectores químicos en España (Fuente FEIQUE)	34
Tabla 3.1. Emisiones más comunes de la Industria química a los diferentes medios	53
Tabla 3.2. Aspectos ambientales del almacenamiento de productos	55
Tabla 3.3. Aspectos ambientales de la carga y descarga de productos	57
Tabla 3.4. Aspectos ambientales de la medida, pesaje y dosificación	57
Tabla 3.5. Aspectos ambientales del transporte interno de productos	58
Tabla 3.6. Aspectos ambientales de la carga y descarga de productos	58
Tabla 3.7. Operaciones de separación y purificación	59
Tabla 3.8. Aspectos ambientales del tamizado	60
Tabla 3.9. Aspectos ambientales de la filtración	60
Tabla 3.10. Aspectos ambientales de la sedimentación	61
Tabla 3.11. Aspectos ambientales de la centrifugación	61
Tabla 3.12. Aspectos ambientales de la separación por ciclones	62
Tabla 3.13. Aspectos ambientales de la destilación	62
Tabla 3.14. Aspectos ambientales de la decantación	63
Tabla 3.15. Aspectos ambientales de la extracción	63
Tabla 3.16. Aspectos ambientales de la lixiviación	63
Tabla 3.17. Aspectos ambientales de la cristalización	64
Tabla 3.18. Aspectos ambientales de la absorción	64
Tabla 3.19. Aspectos ambientales de la adsorción	64
Tabla 3.20. Aspectos ambientales de la molienda y el micronizado	65
Tabla 3.21. Aspectos ambientales de la atomización y el secado	65
Tabla 3.22. Aspectos ambientales del envasado	65
Tabla 3.23. Aspectos ambientales de las operaciones de limpieza	66
Tabla 3.24. Aspectos ambientales del acondicionamiento de agua	66
Tabla 3.25. Aspectos ambientales de las operaciones de generación de energía, enfriamiento y calentamiento	68
Tabla 3.26. Aspectos ambientales de las instalaciones de tratamiento y depuración de aguas residuales	68
Tabla 3.27. Aspectos ambientales de las instalaciones de tratamiento de emisiones atmosféricas	69
Tabla 3.28. Aspectos ambientales del acondicionamiento de residuos	69
Tabla 4.1. Técnicas más utilizadas en los tratamientos de aguas residuales	72
Tabla 4.2. Técnicas para tratar emisiones atmosféricas	76
Tabla 4.3. Gestión de residuos según su naturaleza	79
Tabla 4.4. Técnicas para tratar suelos contaminados	82
Tabla 5.1. Ejemplos de disolventes alternativos	91
Tabla 5.2. Simbología de colores utilizados para cuantificar el beneficio ambiental obtenido y el coste económico de una BPA	93
Tabla 5.3. OPC en Almacenamiento, muestreo y carga y descarga de productos	93
Tabla 5.4. OPC en medida, pesaje, dosificación, manipulación y transporte interno de productos	95
Tabla 5.5. OPC en proceso de producción: reacción y formulación	96
Tabla 5.6. OPC en operaciones separativas, de purificación y acondicionamiento final	98
Tabla 5.7. OPC en operaciones de limpieza	99
Tabla 5.8. OPC en sistemas de refrigeración	100
Tabla 5.9. OPC en instalaciones de tratamiento de aguas residuales	101
Tabla 5.10. OPC en instalaciones de tratamiento de emisiones atmosféricas	102
Tabla 5.11. OPC en instalaciones de gestión y tratamiento de residuos	103
Tabla 5.12. OPC en ruidos y vibraciones	104
Tabla 5.13. OPC en consumo de agua	105
Tabla 5.14. OPC en consumo de energía	106
Tabla 5.15. OPC en Tratamiento agua de proceso	107
Tabla 5.16. OPC en sensibilización y formación del personal. Comunicación ambiental	108
Tabla 5.17. OPC en mantenimiento preventivo	108
Tabla 5.18. OPC en implantación de un sistema de gestión ambiental (EMAS o ISO 14.001)	109
Tabla 6.1. Ejemplos de Oportunidades de Prevención de la contaminación	168
Tabla 6.2. Criterios para medir el progreso del programa de minimización	171

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 0.1. Volumen de negocio de la producción química en el mundo (Fuente FEIQUE)	14
Figura 0.2. Distribución geográfica de la producción química mundial (Fuente FEIQUE)	15
Figura 0.3. Comercio internacional de la industria química en el mundo (Fuente FEIQUE)	15
Figura 1.1. Metodología del estudio	19
Figura 2.1. Situación de la industria química en Bosnia-Herzegovina	27
Figura 2.2. Distribución sectorial de la producción química española (Fuente FEIQUE)	34
Figura 2.3. Crecimiento de la producción química francesa	36
Figura 2.4. Volumen de ventas de la industria química francesa	37
Figura 2.5. Inversiones en I+D de la industria química francesa	37
Figura 2.6. Distribución de ventas (por productos) en las cadenas de farmacia de Israel	41
Figura 2.7. Distribución por sectores de la industria química italiana	42
Figura 2.8. Emisiones específicas en la industria química de Italia	44
Figura 2.9. Distribución de la producción industrial tunecina en el año 2002	51
Figura 3.1. Esquema de aspectos ambientales del almacenamiento de productos	56
Figura 5.1. Esquema de las oportunidades de prevención de la contaminación	92
Figura 6.1. Metodología para la implantación de un programa de minimización del impacto ambiental	162
Figura 6.2. Ejemplo de esquema de proceso	166

0. RESUMEN EJECUTIVO

El sector químico, se puede considerar un sector importante en la economía de la mayor parte de los países de la cuenca Mediterránea, como se desprende de los datos recibidos de contribución al PIB en cada país. No obstante, el sector químico presenta estructuras diferenciadas en los distintos países.

Este hecho, junto con la heterogeneidad de la información recibida, hace que la comparación entre países, por lo que respecta a los subsectores en estudio, sea difícil. En algunos países, no se consideran de forma separada dichos subsectores, por lo que no ha sido posible recabar datos exclusivamente referidos a ellos.

Se incorporará una exposición de la característica fundamental y generalizada del sector químico, y por lo tanto de las empresas consultadas en el proceso de elaboración de la presente guía, basada en la heterogeneidad de sus procesos, y la dificultad que esto supone a la hora de redactar una guía de este tipo.

A partir de la información recibida se desprende que la mayor parte de las empresas de los subsectores pueden considerarse PYME, aunque existen también grandes empresas, a veces pertenecientes al sector público, en países del sur del Mediterráneo.

La situación del sector químico en cuanto a la gestión medioambiental es diversa, puesto que tanto las obligaciones legales como las infraestructuras disponibles en los distintos países también lo son. Por lo que respecta a los costes relacionados con la gestión ambiental, se puede concluir que los principales están relacionados con el coste del suministro del agua, con el coste del tratamiento de las aguas residuales y con las tasas que se le aplican, y con el coste de la gestión de residuos. Otros costes, como las tasas sobre el consumo del agua, la generación de residuos o de emisiones a la atmósfera, o el coste de tratamiento de dichas emisiones tienen menor importancia o no existen.

El coste del tratamiento y gestión de los residuos tiende a ser cada vez más elevado y la legislación más restrictiva, por tanto, las empresas apuestan por minimizar y mejorar la gestión ambiental. Esto permite al mismo tiempo aumentar la productividad y la calidad de los productos debido a la optimización de los procesos, y la reducción de costes derivada de la reducción de residuos a gestionar o de la disminución de su peligrosidad.

Se ha conseguido no solamente un estudio sectorial sino también una guía útil y práctica de gestión para la aplicación real de las oportunidades de prevención de la contaminación en sus diferentes variantes.

LA INDUSTRIA QUÍMICA EN EL MUNDO

Según fuentes de FEIQUE (Federación Empresarial de la Industria Química Española) la situación general de la industria química mundial es la siguiente:

- Evolución del Volumen de Negocio

En 2004, la economía internacional inició una sólida recuperación que en el caso del sector químico estuvo liderada por Estados Unidos y el sudeste asiático, que fue mucho menos intensa en Europa,

fundamentalmente debido a una menor dinamización del consumo. El volumen de negocio mundial de la industria química alcanzó los 1.768 millones de euros.

En 2005, la ralentización estimada del crecimiento del Producto Interior Bruto mundial del 4,1% al 3,1%, principalmente generada por el incremento del precio del crudo, ha propiciado la desaceleración de la producción química que en Estados Unidos registró un crecimiento del 1,3%, y en Europa del 2%.

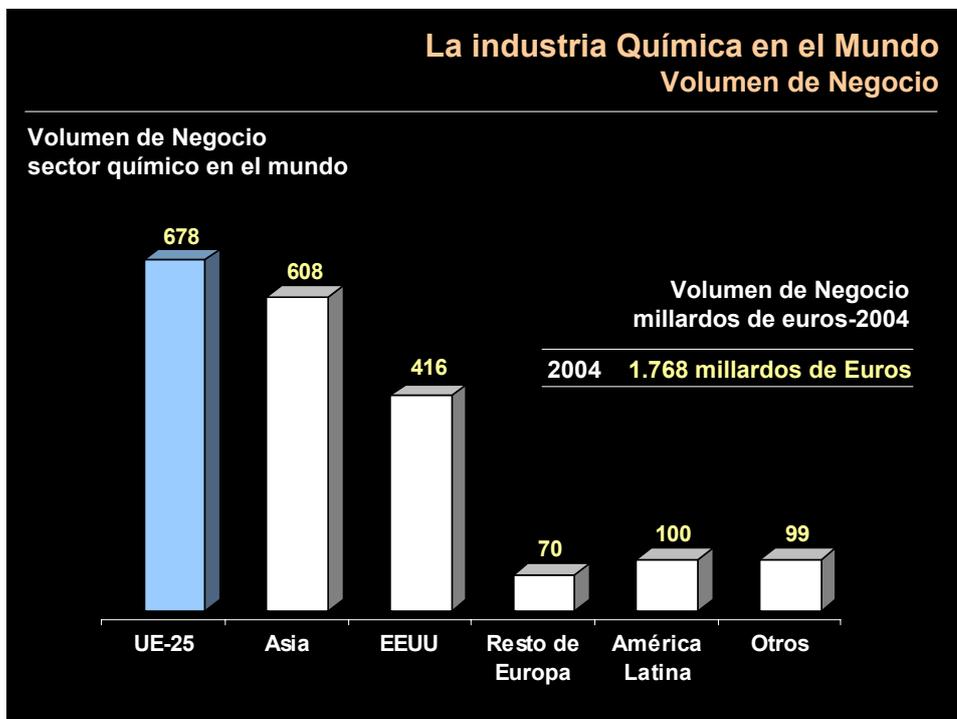


Figura 0.1. Volumen de negocio de la producción química en el mundo (Fuente FEIQUÉ)

- Distribución de la Producción Mundial

Considerando las cifras de 2004, la Europa de los 25 aglutina la tercera parte de la producción química mundial. Asia se sitúa actualmente como la segunda zona productora, especialmente impulsada por el crecimiento de China y los países del sudeste asiático. Estados Unidos, por su parte, continúa representando la cuarta parte de la producción química mundial. La producción conjunta de estas tres zonas, aglutina el 84% del total.

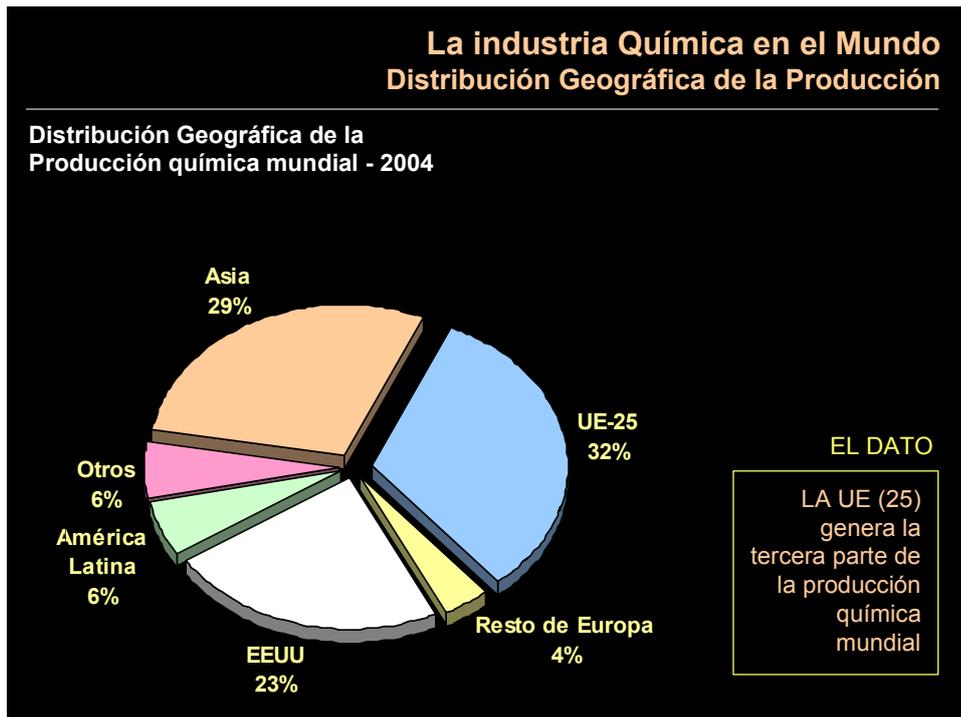


Figura 0.2. Distribución geográfica de la producción química mundial (Fuente FEIQUE)

- Comercio Internacional de Productos Químicos

Las exportaciones e importaciones por áreas, representadas en % del total mundial y correspondientes a 2004 indican que el mayor porcentaje tanto de exportación (más elevada) como de importación corresponde a la Unión Europea de los 25.

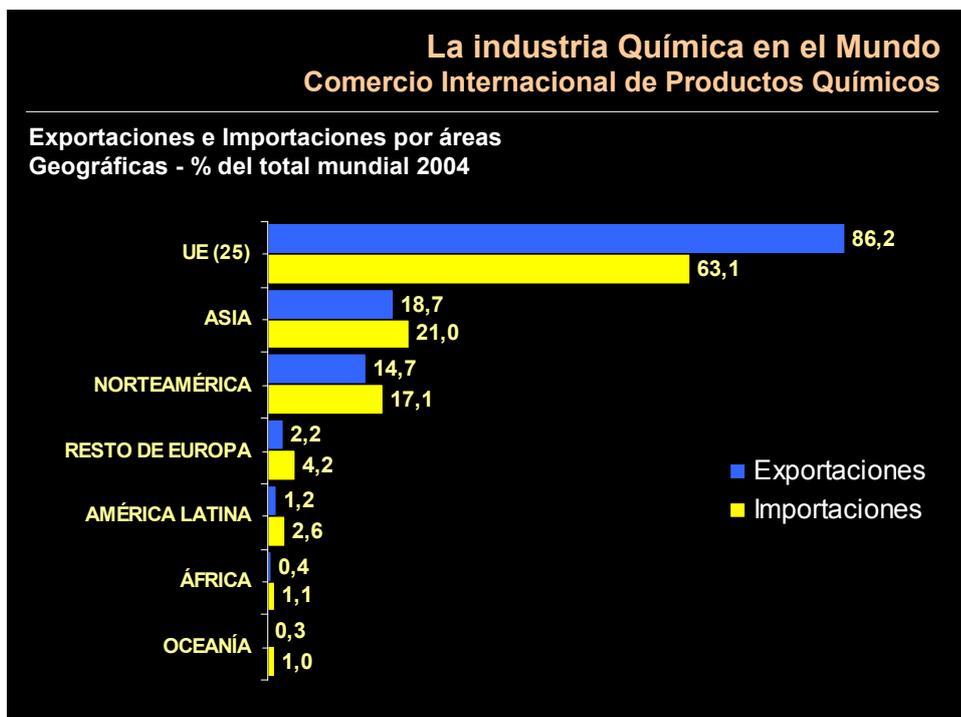


Figura 0.3. Comercio internacional de la industria química en el mundo (Fuente FEIQUE)

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES Y ÁMBITO

La realización del **Estudio sobre la prevención y reducción en origen de la contaminación en la industria química en los países del Plan de Acción para el Mediterráneo (PAM)** por parte del **Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL)** fue una de las recomendaciones de los Puntos Focales Nacionales del CAR/PL.

La realización del estudio ha contado con la colaboración de especialistas en medio ambiente y procesos industriales químicos de la consultora medioambiental B&B Asesores. Para la realización del estudio se ha contado con la colaboración y la información suministrada por los Puntos Focales Nacionales de los países pertenecientes al PAM. Concretamente, para la elaboración del capítulo dedicado a la descripción de los subsectores químicos en estudio en los países del PAM, se ha utilizado un cuestionario, que se ha enviado a los distintos puntos focales, para su cumplimentación. En concreto, el ámbito geográfico de la guía se centra en los siguientes países, que pertenecen al PAM:

- *Albania*
- *Argelia*
- *Bosnia-Herzegovina*
- *Chipre*
- *Croacia*
- *Egipto*
- *Eslovenia*
- *España*
- *Francia*
- *Grecia*
- *Israel*
- *Italia*
- *Líbano*
- *Libia*
- *Malta*
- *Marruecos*
- *Mónaco*
- *Siria*
- *Túnez*
- *Turquía*

A partir del cuestionario cumplimentado y de la información adicional y comentarios que cada uno de los países han presentado, se ha elaborado una descripción de la situación de los subsectores químicos en estudio en cada país y una comparación entre ellos. Estos textos han sido, posteriormente, enviados a cada uno de los países para su supervisión.

Se incorporarán datos sobre el proceso de consultas llevado a cabo para la realización de la guía para informar al lector claramente sobre el alcance de la guía: basada en datos bibliográficos o por el contrario en el análisis de las empresas participantes.

El estudio no incluye datos de Chipre por no disponer dicho país de referencias de industrias químicas o de la información necesaria.

1.2. ALCANCE

Este manual está dirigido a pequeñas y medianas empresas con procesos de fabricación en discontinuo, por lotes, que comprende un conjunto de actividades de distintos sectores muy heterogéneos con problemáticas ambientales comunes.

La producción en discontinuo supone un elevado número de etapas, lo cual implica la utilización de muchos equipos y la generación de gran diversidad de corrientes residuales con características muy diferenciadas. La gran variedad de residuos, vertidos y emisiones generados, juntamente con la dificultad añadida por la propia discontinuidad de los impactos ambientales y la dificultad en su gestión, son el motivo principal para centrar el contenido de este manual exclusivamente en la Química discontinua.

Las principales características del sector son:

- Una forma común de trabajo en plantas discontinuas, normalmente multipropósito.
- Tamaño de las empresas medio o pequeño.
- Producción por lotes o “batch” con numerosas cargas y descargas de equipos.
- Elevada cantidad de materias primas de partida y de productos fabricados.
- Capacidad para producir gran variedad de productos y en diferente escalado, desde kilos a toneladas.
- Flexibilidad de operación y capacidad para responder rápidamente a las demandas del mercado.
- Elevado número de limpiezas debido a la continua variación de los procesos que supone una fuente de contaminación en si misma.

Si bien la Química discontinua abarca subsectores muy diversos, el enfoque que se ha dado intenta establecer las medidas de prevención de la contaminación y de buenas prácticas asociadas a fases de proceso y a operaciones básicas que son comunes, en su totalidad o en gran parte, a la mayoría de dichos subsectores. De estas operaciones se han excluido las propias reacciones químicas, dada la enorme diversidad y heterogeneidad en los productos químicos sintéticos.

En la siguiente lista se citan los subsectores a los que va dirigida esta guía:

- Fabricación de productos farmacéuticos de base y laboratorios farmacéuticos.
- Productos fitofarmacéuticos, biocidas y fertilizantes.
- Fragancias y aromas.
- Colorantes, pigmentos y pinturas.
- Cosméticos.
- Detergencia / tensioactivos.
- Plastificantes, retardantes de llama.
- Aditivos alimentarios.
- Fabricación de otros productos químicos, orgánicos e inorgánicos, en procesos discontinuos.

1.3. OBJETIVOS

El objetivo de este Manual es proporcionar una herramienta útil que sirva de orientación para minimizar la contaminación generada en el sector de la química discontinua. Para ello en esta guía se describen y desarrollan los siguientes puntos:

- Presentar la situación de la industria química en los países del PAM.
- Describir de las principales fases de proceso, operaciones y procesos auxiliares asociados a la industria Química discontinua.
- Presentar los aspectos medioambientales asociados a estas actividades y gestión y control de los mismos.
- Mostrar las oportunidades para prevenir y reducir la contaminación en la industria química discontinua.
- Divulgar casos prácticos que ejemplifiquen las oportunidades de minimización de la contaminación.
- Dar respuestas concretas a la necesidad que tiene la industria química discontinua de implantar medidas para mejorar el comportamiento ambiental.
- Promocionar las buenas prácticas y técnicas de minimización de la contaminación en origen.

1.4. METODOLOGÍA

Un esquema de la metodología llevada a cabo para la realización del estudio se muestra en la siguiente figura:

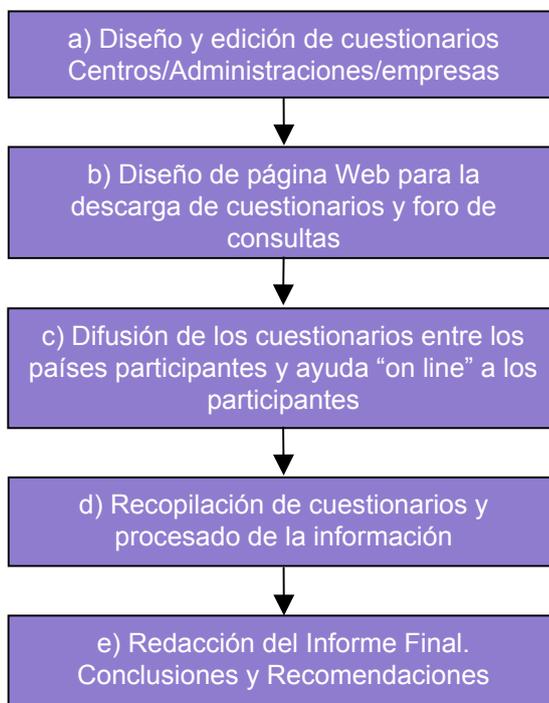


Figura 1.1. Metodología del estudio

- a) En primer lugar se diseñaron dos tipos de cuestionarios para ser contestados por dos tipos de organizaciones:

- Cuestionario para Administración y centros asociados: ministerios de industria, medio ambiente, centros tecnológicos de investigación o universidades. Incluye cuestiones sobre estructura, producción, consumo, exportación e importación del sector químico así como políticas de prevención de la contaminación, preguntas sobre productos y acciones de producción más limpia (Buenas Prácticas, tecnologías limpias, reciclaje en origen, etc.).
 - Cuestionario para empresas: sector químico discontinuo. Incluye preguntas principalmente sobre procesos y equipamiento.
- b) Una vez diseñados los cuestionarios se habilitó una página Web para que los participantes pudieran descargarlos en formato Word y en tres idiomas distintos (inglés, francés y castellano) así como consultar cualquier duda que se les presentara durante su cumplimentación. La difusión de los cuestionarios se realizó también vía correo electrónico y postal a todos los países.
- c) Con relación al proyecto se realizaron más de 350 contactos con puntos focales nacionales y administraciones públicas, asociaciones, comités y federaciones de la industria química, sociedades, centros y agencias de desarrollo, cámaras de comercio e industria, embajadas, institutos de estadística y empresas de los países objeto del estudio. Finalmente se han obtenido los cuestionarios de los países e información suficiente para dar contenido al estudio. Es necesario destacar la dificultad que supone homogeneizar datos e informaciones entre países con culturas y recursos tan dispares. En este sentido, la colaboración de los Puntos Focales Nacionales ha resultado clave para la consecución de los objetivos planteados.
- d) Una vez obtenidos los cuestionarios cumplimentados se procesaron los datos y se procedió a redactar el informe final. Para la descripción de la situación de cada país se emplearon como fuente principal de información los datos proporcionados por los Puntos Focales, que fueron contrastados y/o completados con los obtenidos del USDA/CEFIC. La filosofía del estudio es proporcionar una herramienta de mejora en la prevención de la contaminación a través de propuestas prácticas cuya aplicación esté al alcance de las empresas químicas de los países del PAM.

La colaboración con los Puntos Focales Nacionales se ha realizado de la siguiente manera:

- A través de la página Web.
- A través del cuestionario.
- Intercambio información. Ejemplos.
- Corroboración de la información.

Las fuentes de información utilizadas por las empresas para suministrar la información solicitada son: Declaraciones reglamentarias de emisiones, vertidos y residuos, analíticas y controles periódicos oficiales, voluntarios o realizados por la propia empresa, facturas, registros...

1.5. CONTENIDO

La guía consta de 7 capítulos. El primer capítulo consta de una introducción donde se define el ámbito y alcance, los objetivos principales, la metodología utilizada y el contenido de la Guía.

En el segundo capítulo se describe la situación global y particular de la Industria Química discontinua en los países del PAM.

En el tercer capítulo se definen las principales operaciones consideradas comunes en el sector químico discontinuo y se identifican los aspectos ambientales más significativos asociados a dichas operaciones.

El cuarto capítulo hace referencia a las técnicas de control y gestión aplicables a las distintas corrientes residuales una vez generadas.

El quinto capítulo, que se trata del punto más importante de esta guía, presenta las estrategias de minimización de los impactos ambientales y pone de manifiesto las alternativas de optimización y promoción de la producción limpia. Para ello se han elaborado unas tablas en las que se dan numerosos ejemplos de aplicación de oportunidades de prevención de la contaminación para cada operación definida.

A continuación, en el capítulo seis se presentan casos prácticos reales de empresas químicas concretas de los diferentes países del arco mediterráneo que han llevado a término actuaciones encaminadas a la prevención de la contaminación. También se sugiere una metodología para implantar un programa de minimización del impacto ambiental.

Por último, el capítulo 7 expone las conclusiones y recomendaciones finales para la aplicación de medidas de prevención en origen de la contaminación.

Al final del manual se pueden observar las referencias bibliográficas consultadas y una relación de las tablas y figuras introducidas.

2. SITUACIÓN DE LA INDUSTRIA QUÍMICA EN LOS PAÍSES DEL PAM

2.1. SITUACIÓN GLOBAL DEL SECTOR QUÍMICO EN LOS PAÍSES DEL ARCO MEDITERRÁNEO

Los países incluidos en el Plan de Acción para el Mediterráneo los hemos agrupado de la siguiente forma según unos determinados criterios que se especifican a continuación:

- Países del sur del Mediterráneo: Este grupo engloba a Argelia, Egipto, el Líbano, Libia, Marruecos, Siria y Túnez que son todos ellos miembros de la Liga de Estados Árabes. Al margen de las diferencias existentes en sus regímenes políticos, todos ellos comparten similares principios culturales e idiomas similares que pueden facilitar la acción común y transferencia de información y experiencias industriales.
- Países del norte del Mediterráneo: Este grupo engloba a Francia, Grecia, Italia, Mónaco y España, los cuales son miembros de la Unión Europea (con excepción de Mónaco que se ha introducido en este grupo debido a su integración geográfica en Francia). Estos países comparten el cumplimiento de la normativa de la UE y la adaptación de las medias oportunas para alcanzar los requisitos de esta legislación europea. Por otra parte, Chipre, Malta y Eslovenia, se han integrado recientemente en la UE y también se incluyen en esta clasificación.
- Países del este del Mediterráneo: Este grupo incluye a países con una tendencia común a implantar una normativa similar a la de la UE como es el caso de los países balcánicos: Bosnia-Herzegovina, Croacia y Albania. A su vez Turquía podría adherirse a corto o medio plazo. Estos países candidatos a entrar en la UE han iniciado un proceso de adaptación en función de la fecha de integración, que incluye la adecuación de la industria interna y de las condiciones ambientales. Israel también ha sido incluido en este grupo porque aunque no forma parte de la UE posee muchas conexiones con ésta debidas en parte a las similitudes en las características de sus industrias y en los compromisos asumidos para proteger el mar Mediterráneo.

El sector químico representa en todos los países del arco mediterráneo entre un 10 y un 30% aproximadamente de la totalidad del sector industrial.

La distribución entre las empresas químicas de los distintos países mediterráneos varía enormemente debido a las diferencias en población y grado de desarrollo industrial.

Existen también grandes diferencias entre los países del arco mediterráneo en cuanto al número de empresas químicas.

2.2. SITUACIÓN PARTICULAR DEL SECTOR QUÍMICO EN LOS PAÍSES DEL ARCO MEDITERRÁNEO

 ALBANIA	POBLACIÓN: 3.413.904
	SUPERFICIE: 28.750 km ²

La industria química de Albania esta orientada principalmente a la producción de fitofarmacéuticos y productos químicos para el procesamiento de minerales.

En las décadas de los setenta y ochenta, se llevaron a cabo esfuerzos para lograr la independencia económica del país y, el Gobierno albanés intentó frenéticamente aumentar la producción de fertilizantes en las plantas de Krujë y Fier, las cuales producen nitrógeno y fosfatos a partir de rocas de fosfato importadas.

La producción de fertilizantes nitrogenados y fosfatados alcanzó aproximadamente 350 mil millones de toneladas entre 1985 y 1990. La falta de partes de repuestos y materias primas, especialmente de gas natural, detuvieron la producción a mitad del año 1991. Algunos economistas occidentales estimaron que los \$3 millones necesarios para la rehabilitación de la planta principal de fosfatos podrían significar un precio demasiado alto a pagar ya que los depósitos locales de materias primas claves, fueron proyectados para durar solo 3 a 5 años en condiciones normales de operación. Una de las dos plantas de amonio-urea planificó reiniciar operaciones en 1992, pero necesitó desesperadamente partes de repuesto y equipos de protección medioambiental.

La única planta de pesticidas del país, no detuvo la producción de DDT y, en 1991 esta planta estuvo trabajando a menos del 10% de la capacidad, la planta se encontraba en condiciones pobres e inseguras ambientalmente.

Otras empresas químicas incluyen la fabricación de plásticos en Lushnjë, caucho en Durrës, y una planta de pinturas y pigmentos en Tirana.

 ALGERIA	POBLACIÓN: 32.338.700
	SUPERFICIE: 2.381.740 km ²

El sector industrial en Argelia representa un valor añadido del 65% del PIB del país y contribuye sustancialmente con la economía del país. El crecimiento del valor añadido para la industria fue de 1,9% (tasa media anual 1990-2002). La industria química de Argelia se ha desarrollado utilizando las materias primas de la muy desarrollada industria petrolera. El país apunta a producir una amplia e integrada industria petroquímica para reducir la dependencia a las importaciones e incrementar el volumen de productos petroquímicos y fertilizantes para la exportación.

Cabe destacar que en Argelia existe una importancia y dependencia del sector hidrocarburos (en el 2003 representaron el 35% del PIB, el 96% de las exportaciones y el 65% de los ingresos presupuestarios). Esta dependencia hace inestable el crecimiento económico argelino y conlleva la dificultad de romper las inercias de la estructura productiva que permitieran diversificar la economía argelina ofreciendo alternativas estables al sector de hidrocarburos.

La industria química de Argelia esta dominada por Sonatrach, la compañía petrolera estatal, la cual es responsable de la gerencia de la industria petrolera del país y las industrias asociadas. Esto implica un papel importante en la industria química donde la subsidiaria química es la Entreprise Nationale d'Industrie Petrochimique (ENIP). A través de esta subsidiaria, Sonatrach domina las instalaciones petroquímicas y las plantas de fertilizantes.

Desde el año 2001, uno de los cambios más significativos que se ha producido en Argelia para la producción más limpia y respetuosa con el medio ambiente en el país ha sido la elaboración del Plan Nacional de Acción Ambiental y Desarrollo Sostenible (PNAE-DD), cuyo objetivo es integrar los problemas ambientales y socioeconómicos en un modelo global de desarrollo nacional.

 BOSNIA- HERZEGOVINA	POBLACIÓN: 4.185.900
	SUPERFICIE: 51.129 km ²

La parte substancial de la industria química de la antigua Yugoslavia esta situada en Bosnia-Herzegovina, siendo Tuzla el centro industrial del país, con minas del carbón y sal, plantas térmicas de energía eléctrica y una gran industria química.

La industria química se basa en dos clases de materias primas: materias primas inorgánicas tales como sal común, fosfato y cal, y materias primas orgánicas tales como carbones y aceite. La industria química en Bosnia-Herzegovina se puede dividir así en dos categorías correspondientes:

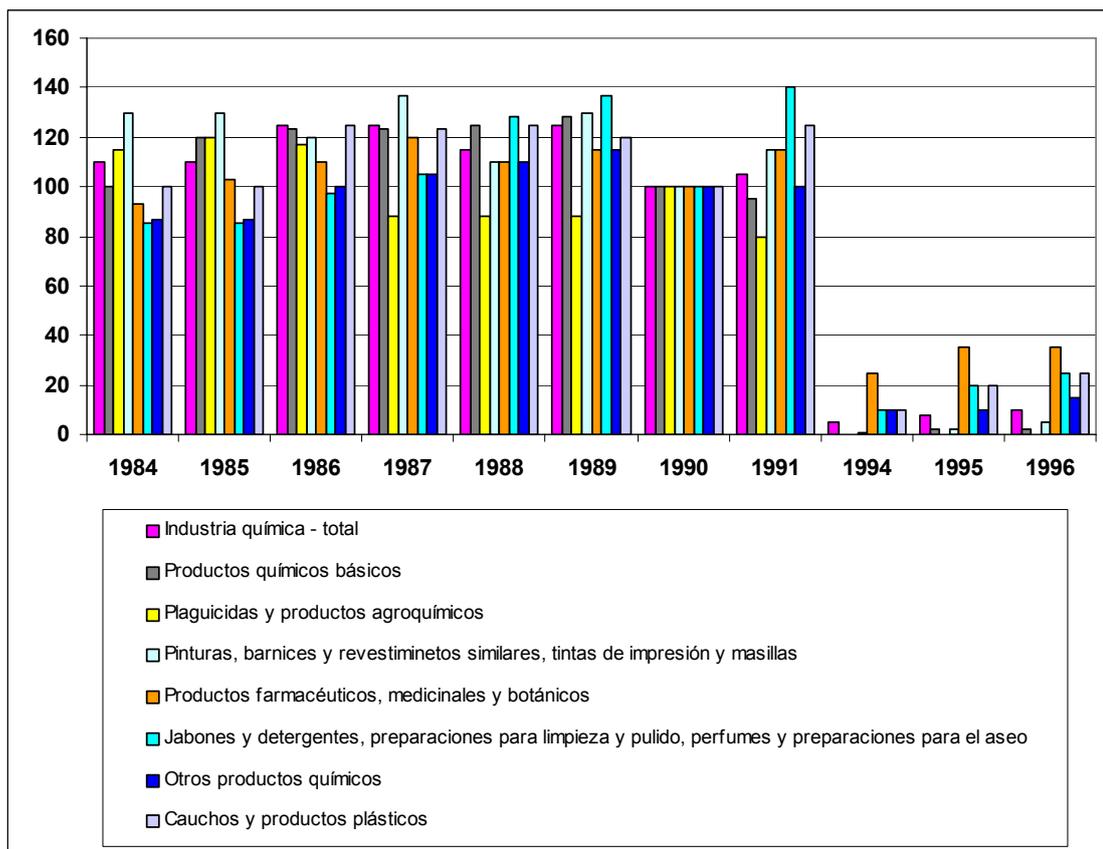
- a) industria química básica
- b) industria química orgánica

Las materias primas inorgánicas se utilizan generalmente para los productos químicos son: los fosfatos, se utilizan para hacer el ácido fosfórico, los fertilizantes etc.; y la cal se utiliza en la fabricación del cianuro de calcio, que además sirve como la base en otras ramas de la industria química. La industria del cloro se basa en la sal común, produciendo hidróxido de sodio, ácido clorhídrico y PVC.

Los productos derivados de la sal, eran previamente manufacturados para el mercado yugoslavo protegido y cerrado. Los requerimientos de los clientes y las distancias de transporte no tenían ninguna importancia. Incluso antes de la guerra, los volúmenes producidos eran modestos, en solamente algunas miles de toneladas/año (con excepción del nitrato de amonio y ácido nítrico, aproximadamente. 20.000 y 100.000 ton/año, respectivamente). Se debe mencionar que la producción de detergentes se basa totalmente en proveedores extranjeros. Las estadísticas del año 1989 indican que existían 21.170 personas empleadas en la industria química en Bosnia-Herzegovina.

La industria química ha sido afectada seriamente por la guerra, puesto que era en gran parte dependiente en el mercado yugoslavo protegido. La infraestructura, los sistemas del transporte, la fuente de la electricidad y los proveedores de productos químicos primarios en Serbia sufrieron daños masivos. Además, un número considerable de técnicos químicos y los ingenieros de proceso han emigrado. En 1990, el país fabricó 900.000 toneladas de productos químicos, pero antes de 1998 se había contraído a 95.000 toneladas.

El siguiente gráfico presenta la situación de la industria química antes, durante e inmediatamente después de la guerra (volumen guía 1990=100%).



(Fuente: <http://enrin.grida.no/htmls/bosnia/soe/chemical/pressure.htm>)

Figura 2.1. Situación de la industria química en Bosnia-Herzegovina

Después de la guerra, como parte del sector básico de la industria química, la producción de sosa electrolítica, la producción de poliol, anhídrido maleico y ácido acético por destilación seca de madera y fertilizantes artificiales, fue reparada. Una empresa importante con producción de diisocianato de tolueno está todavía fuera de actividad, pero está preparada para la privatización. Adicionalmente, la producción de anhídrido de ácido ftálico se encuentra en preparación.

Debido a la grande devastación y al proceso difícil de privatización, las grandes compañías en Bosnia y Herzegovina, han tenido una lenta mejora en alcanzar las capacidades de antes de la guerra, así, el desarrollo de la industria química después de la guerra está más dirigido a una apertura y trabajo de pequeñas y medianas empresas que se ocupan de la producción y exportación de drogas y materiales médicos, pinturas y barnices, surfactantes, explosivos y detonantes fusibles (de seguridad), proceso del plástico, y a la producción de material de embalaje.

 CHIPRE	POBLACIÓN: 802.500
	SUPERFICIE: 9.251 km ²

No se dispone de datos de este país.

 CROACIA	POBLACIÓN: 4.456.000
	SUPERFICIE: 56.610 km ²

Croacia, país de importante tradición industrial, fue sede de importantes conglomerados industriales formados en la etapa comunista. Llegada la transición al mercado, dichas empresas van adquiriendo paulatinamente un tamaño más racional, con la consiguiente reducción del peso industrial.

El sector industrial ha sido el más afectado por la reducción de mercados, por la crisis económica general a finales de los 90 y por los efectos de la guerra. Aunque ha demostrado signos de recuperación en estos últimos años, queda aún pendiente la difícil reestructuración de la industria pesada y de los grandes complejos industriales heredados del pasado. Con todo, la industria creció a buen ritmo en los últimos años, consecuencia del incremento de las inversiones. Se trata de un sector con considerable peso en la economía, que representa un 24% del PIB y concentra el 97% del total de las exportaciones. Destacan en el país la industria alimentaria, bebidas y tabaco, química, petróleo, metal, papel e industria eléctrica, de las cuales tienen vocación exportadora la textil, de confección, metal, la eléctrica, maderera y los astilleros. Un 80% está localizada en la región central formada por el triángulo Zagreb-Sisak-Karlovak, por lo que la producción industrial está concentrada en su mayor parte en un reducido núcleo.

La industria petroquímica está bastante desarrollada si bien conjuga un exceso de capacidad y atraso tecnológico. La industria farmacéutica, que fue privatizada, es una de las más fuertes de la zona y tiene gran potencial investigador, especialmente en productos veterinarios, genéricos y materias primas. La producción nacional de productos de perfumería y cosmética cubre aproximadamente el 20% del mercado y el consumo de estos artículos está en plena fase de crecimiento en Croacia. Sin embargo, el sector industrial químico no tiene especial repercusión en la economía del país ya que representa únicamente un bajo porcentaje en el total de industrias.

Respecto a las actuaciones ambientales en la industria cabe destacar que algunas empresas han emprendido medidas para la reducción del consumo de agua mediante la reutilización de las aguas residuales depuradas para algunas funciones de fábrica, o mediante la modificación del sistema de refrigeración de los compresores a un sistema cerrado.

 EGIPTO	POBLACIÓN: 73.389.300
	SUPERFICIE: 1.001.450 km ²
	Nº DE EMPRESAS QUÍMICAS: 35

La República Árabe de Egipto (R.A.E.) dispone de recursos agrarios y pesqueros y recursos de petróleo y gas que contribuyen a la obtención de ingresos externos. Egipto constituye un mercado muy amplio y estratégicamente situado desde el punto de vista tanto geográfico como político entre tres importantes ejes: los países mediterráneos, África y Oriente Medio.

Egipto es un país con una gran actividad agrícola, aunque la industria y los servicios van ganando peso progresivamente. En la industria destacan la siderurgia y el textil como grandes puntales. El sector energético es también muy relevante y se presentan buenas oportunidades para el sector medioambiental. El gobierno egipcio ha promovido mediante el llamado Plan Egipcio de Acción Medioambiental una protección del Medio Ambiente y lucha contra la desertificación y el crecimiento de la polución (contaminación industrial, residuos urbanos, residuos peligrosos, contaminación del agua y atmosférica en grandes ciudades). La primera fase de este plan pone gran énfasis en proyectos de tratamiento de aguas, sistemas de alcantarillado y canalización de agua. Por otra parte también fue aprobada la Ley Egipcia de Medio Ambiente 4/94 para la protección ambiental.

El empleo en el Sector Secundario representa en torno al 13% del total, cifra que ha tenido una evolución bastante estable a lo largo de los últimos años y cuya contribución al PIB representa aproximadamente un 32%.

La industria química orgánica en Egipto se ha desarrollado gracias a la fuerza de la industria petrolera del país, sector que suministra material de base, materias primas y la infraestructura para la esta industria. Así, se detecta un aumento en la importancia de otros sectores como las industrias farmacéuticas, los fertilizantes, plásticos y otros químicos. Otros sectores, como el cosmético, son mayoritariamente importados de Europa. Sin embargo, el sector químico manufacturero de Egipto es todavía pequeño, pues el número de empresas químicas no supera las 50.

 ESLOVENIA	POBLACIÓN: 1.997.590
	SUPERFICIE: 20.300 km ²
	N.º EMPRESAS QUÍMICAS: 619 grandes, 44 medianas y 523 pequeñas

Eslovenia es en la actualidad es uno de los países más prósperos de la Europa en transición y sus empresas se han orientado hacia una economía de mercado con una gestión económica y social bastante buena.

La tasa media anual de crecimiento del valor añadido para la industria es de aproximadamente un 3% y el porcentaje del valor añadido en la distribución sectorial correspondiente a la industria es de un 38%. Por otra parte la tasa anual de crecimiento del PIB es de un 4,6%. El 29,7% del total de la población activa se dedica al sector de actividad industrial.

El sector industrial esloveno está bien desarrollado y se concentra geográficamente al Norte de Liubliana, en la región de Gorenjska. Muchas de las industrias eslovenas tienen una historia de más de 100 años, como por ejemplo los sectores metalúrgicos, de muebles, papeleros, de calzado, de artículos de deporte y textil. En la Yugoslavia de la posguerra, la industria eslovena encontró un mercado abierto para cualquier tipo de productos, y se crearon empresas "socializadas", en ocasiones prescindiendo de criterios de rentabilidad o eficacia de costes.

La industria química y farmacéutica produce sustancias químicas básicas, productos fitosanitarios, pinturas y barnices, detergentes y fibras sintéticas. Las principales empresas del sector son las productoras de fármacos LEK (perteneciente al grupo Sandoz) y KRKA. El sector dirige su exportación sobre todo a Alemania, Croacia, Rusia, Polonia, Italia y Austria.

Eslovenia posee empresas importantes en la industria química que se dedican fundamentalmente a tintas, ceras, colorantes y pigmentos, fitosanitarios o fitofarmacéuticos y biocidas (herbicidas, insecticidas, fungicidas) productos farmacéuticos y cosméticos, ingredientes farmacéuticos activos y productos de salud animal, aromas, colorantes y aceites esenciales, gases industriales, resinas, adhesivos, agentes de higiene y limpieza, surfactantes, taninos, barnices, ácido paracético, H₂O₂, Pb₄, CO₂, almidones, dextrinas, ésteres...No existen industrias del subsector de los aditivos. El tipo de instalaciones son en batch o semicontinuas de hasta 15 m³ y están situadas principalmente en el centro, sur y este del país.

En cuanto a los aspectos ambientales no hay datos disponibles sobre las plantas de tratamiento de aguas residuales industriales. Pero según la Directiva IPPC, el compromiso de progreso y los requisitos legales prácticamente todos los productores de aguas residuales están obligados a tener una planta para su tratamiento. En este sentido todas las empresas químicas del país han instalado esta planta. Algunas de ellas también segregan a las plantas de tratamiento municipales.

Por otra parte todas las compañías están obligadas a tener análisis de todos los tipos de residuos producidos y clasificarlos según la legislación. Los residuos inertes industriales son dispuestos en vertederos autorizados. Los residuos peligrosos, o los residuos que contengan sustancias peligrosas, han de ser recogidos y gestionados por compañías que tengan licencia del estado para el tratamiento de dichos residuos. Debido al hecho de que Eslovenia tiene solamente un vertedero para la disposición de residuos peligrosos e industriales, los restantes productos son exportados a terceros.

La Cámara de Comercio e Industria se encarga de la mayoría de las cuestiones relacionadas con la Directiva IPPC. A su vez existe en su capital, Ljubljana, el Instituto Nacional de Química que fomenta la producción limpia (PL) en las empresas.

Datos básicos del año 2003
Número de compañías: 619 (52 grandes, 44 medianas, 523 pequeñas)
Número de empleados: 25.177
Renta: 3.319 millones EUR
Exportadores: 50,7% empresas
Renta de las compañías de la exportación: 2.229 millones EUR
Beneficio después de pagado el impuesto: 309 millones EUR
Pérdidas: 17 millones EUR
Valor añadido: 1.072 millones EUR
Valor añadido por empleado: 43.607 EUR

 ESPAÑA	POBLACIÓN: 42.100.000
	SUPERFICIE: 504.782 km ²
	Nº DE EMPRESAS QUÍMICAS: 3.744

El rápido desarrollo en el últimos 25 años del siglo XX ha convertido al país en la octava economía mundial de entre los países de la OCDE y ha realizado esfuerzos significativos en el desarrollo e implantación de una política ambiental coherente y acorde con las directivas europeas.

Las Comunidades Autónomas que afectan directamente al mar Mediterráneo son Cataluña, Comunidad Valenciana, Murcia, Andalucía y las Islas Baleares e, indirectamente La Rioja, Navarra y Aragón a través del río Ebro. Existen grandes complejos industriales con una gran concentración de industrias químicas en esta área.

La industria de productos químicos figura dentro de las principales industrias del país. En el año 2001 el sector manufacturero del refinado y los productos químicos proporcionó unos ingresos de 40.108 millones de euros.

Sin considerar las empresas sin asalariados adscritas al sector (CNAE 24), el 86% de las 3.744 empresas que operan en la industria química en España, tienen menos de 50 trabajadores en plantilla, siendo nuestro país, junto a Italia, el que mayor número proporcional de Pymes integra en Europa. La actividad de las empresas del sector químico genera actualmente el 10% del Producto Industrial Bruto de la economía española.

El sector químico se consolida como el segundo mayor exportador de la economía española tras la automoción, y se prevé que continuará dedicando a mercados exteriores casi la mitad de la producción.

Tabla 2.1. Subsectores de la industria química española (Fuente: FEIQUE)

SUBSECTORES DE LA INDUSTRIA QUÍMICA ESPAÑOLA – 2003		
QUÍMICA BÁSICA	Gases Industriales Colorantes y Pigmentos Química Inorgánica Química Orgánica Abonos Materias Primas Plásticas y Caucho Fibras Químicas	38 %
QUÍMICA DE LA SALUD HUMANA, ANIMAL Y VEGETAL	Fitosanitarios Materias Primas Farmacéuticas Especialidades Farmacéuticas Especialidades Zoonitarias	28 %
QUÍMICA PARA LA INDUSTRIA Y EL CONSUMO FINAL	Pinturas, Tintas, Esmaltes y Barnices Detergentes, Jabones y Prod. De Limpieza Perfumería y Cosmética Otros Productos Químicos	34 %

En España la industria química total tuvo un valor de producción de 32.120 millones de euros en 2003 y de 33.951 millones de euros en el 2004 y está integrada por más de 3.700 empresas que generan casi unos 140.000 puestos de trabajo directos, que pueden superar los 500.000 puestos si se contabilizan las ocupaciones indirectas y las inducidas. Es destacable el hecho de que el 87% de las industrias fabricantes del sector en España tienen menos de 50 trabajadores, siendo junto con Italia, el país donde hay mayor proporción de PYMES químicas. Desde el punto de vista territorial, Cataluña representa un 47,3% de la producción del sector químico estatal, seguido de la Comunidad de Madrid (15,9%), la Comunidad Valenciana (7,4%), Andalucía (6,8%) y el País Vasco (5,1%). En la Tabla siguiente se puede observar el peso de cada subsector en el conjunto de la industria química española según la producción.

Tabla 2.2. Distribución de los sectores químicos en España (Fuente FEIQUE)

Química en España	Química básica	Química Fina de la salud humana, animal y vegetal	Química Fina para la industria y el consumo final
Elementos que comprende	Gases Industriales Colorantes y Pigmentos Química Inorgánica Química Básica Orgánica Abonos Materias Primas Plásticas y Caucho Fibras Químicas	Fitofarmacéuticos Materias Primas Farmacéuticas Especialidades Farmacéuticas Especialidades Zoonosanitarias	Pinturas, Tintas, Esmaltes y Barnices Detergentes, Jabones y Productos de Limpieza Perfumería y Cosmética Otros Productos Químicos
Porcentaje 2003	38,0%	28 %	34 %

Como se aprecia en el cuadro comparativo del crecimiento de los sectores químicos en España desde 1977, los sectores específicos, entre los que destaca el sector de la Química Fina Orgánica, están creciendo en su peso específico en detrimento de la Química Básica, reflejando así una tendencia a aumentar la complejidad y el valor añadido de estos sectores.

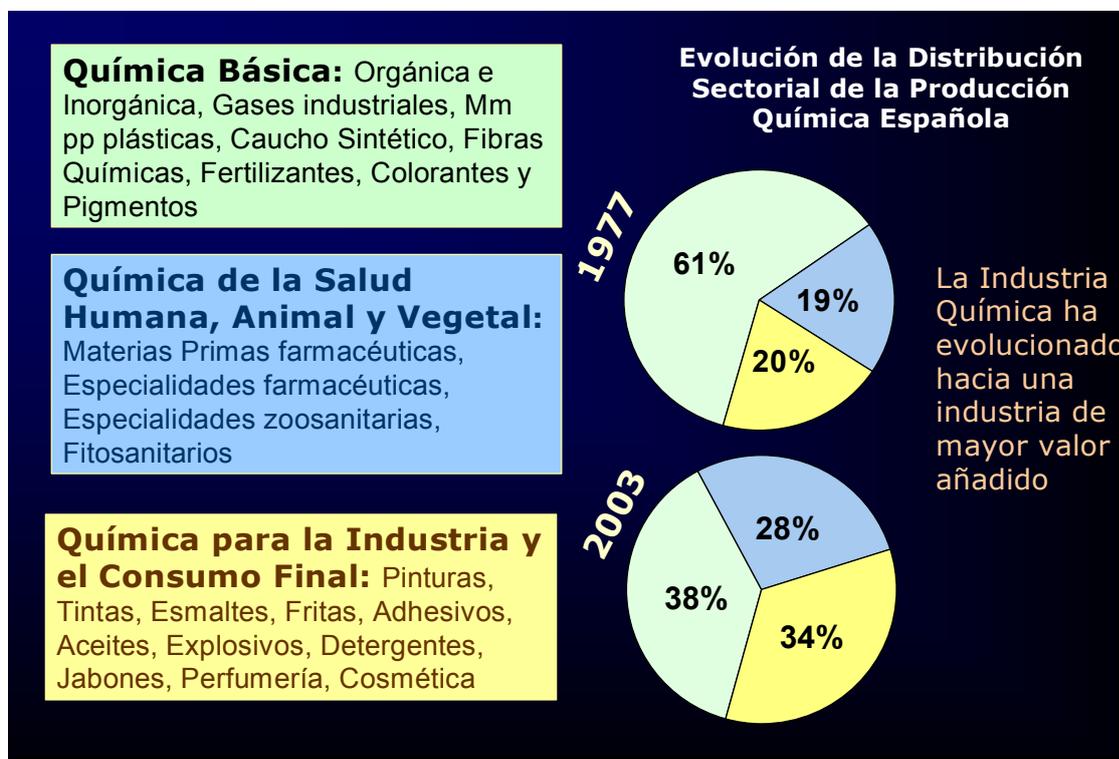
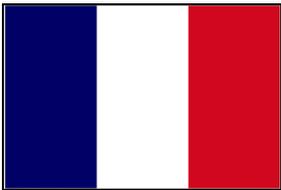


Figura 2.2. Distribución sectorial de la producción química española (Fuente FEIQUE)

El sector QFO en España incluye grandes multinacionales con unidades de química fina, pero un 90% de todas las compañías del sector son PYMES. Los sectores que se han separado como grupo de Química Fina Orgánica, de otros sectores químicos más claros, tienen gran peso y valor estratégico, dentro de su tamaño mediano o pequeño.

Destacamos algunos puntos más definidos de la economía de los subsectores de la QFO, pero sin pretender agruparlos como un todo.

 FRANCIA	POBLACIÓN: 60.000.000
	SUPERFICIE: 547.030 km ²
	Nº DE EMPRESAS QUÍMICAS: 1.190

Francia es el país más extenso de Europa Occidental y la cuarta mayor economía industrializada occidental. Posee importantes recursos agrícolas, una base industrial amplia y consolidada y mano de obra altamente cualificada. La industria manufacturera está altamente diversificada y constituye la fuente principal de ingresos derivados de exportaciones. El valor añadido en industria en general constituye un 26 % del Producto Interior Bruto.

La industria química francesa, (incluyendo productos farmacéuticos) es la quinta más grande del mundo después de las de Estados Unidos, Japón, Alemania y China. Francia es también el tercer exportador más grande de productos químicos y de productos farmacéuticos en el mundo con 59 % de su comercio orientado al mercado internacional.

El crecimiento de la producción química francesa se representa en el siguiente gráfico:

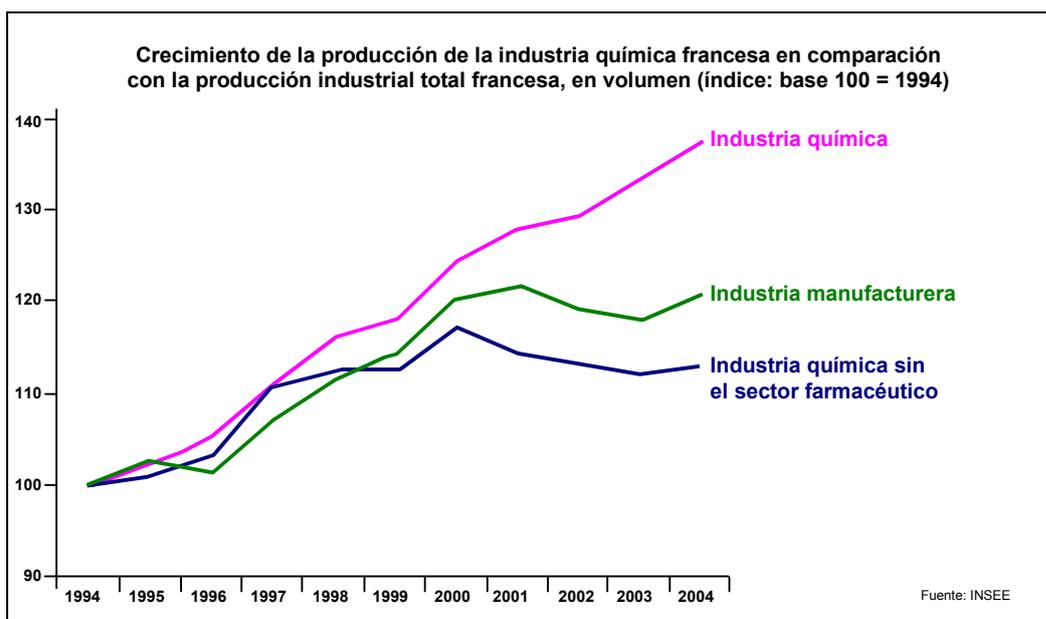


Figura 2.3. Crecimiento de la producción química francesa

La producción química sin los productos farmacéuticos registró un crecimiento medio más bajo que el correspondiente a la producción de fabricación total en el período 1994-2004: + 1.2 % por año desde 1994 al 2004 para los productos químicos frente a un 1.9 % para la industria manufacturera. El conjunto de la industria química incluyendo los productos farmacéuticos progresó en el mismo período un 3.2 % por año.

En el 2004, el volumen de ventas de la industria química francesa ascendió a 93,7 mil millones de euros:

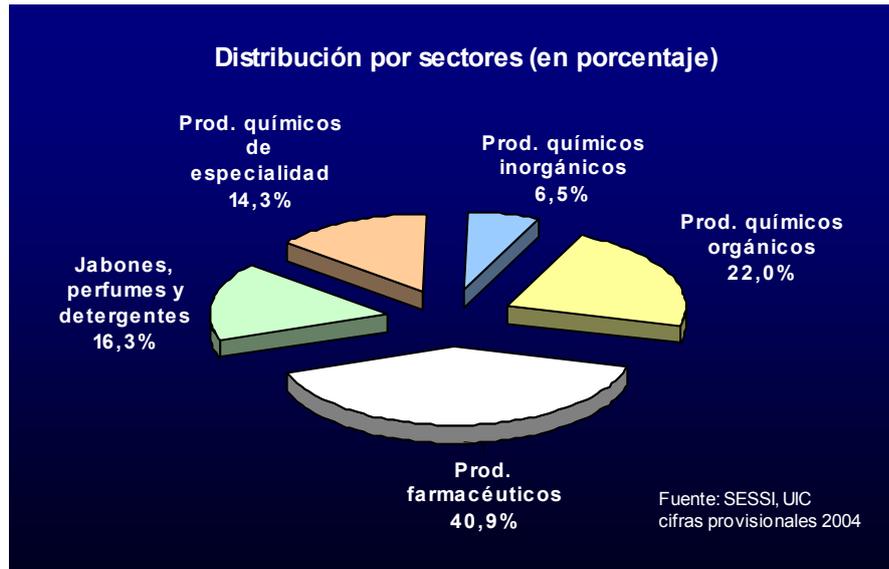


Figura 2.4. Volumen de ventas de la industria química francesa

La distribución de la industria química francesa contempla desde la química básica (orgánica e inorgánica), la química fina, la química de especialidad y los productos farmacéuticos. Por tanto se producen una amplia gama de productos, que incluye desde sustancias químicas industriales, plásticos, fertilizantes, disolventes, cosméticos y productos farmacéuticos. Considerando el tamaño de las compañías y la diversidad de los productos, la industria química francesa es muy heterogénea y se basa en un gran número de pequeñas y medianas empresas.

Otra de las características principales de esta industria son sus inversiones en investigación y el desarrollo, para renovar y mejorar los productos: más de 30.000 moléculas son producidas y vendidas por las compañías químicas francesas, desde productos inorgánicos y orgánicos básicos a las medicinas, incluyendo fertilizantes, plásticos, aromas, colas, cosméticos...

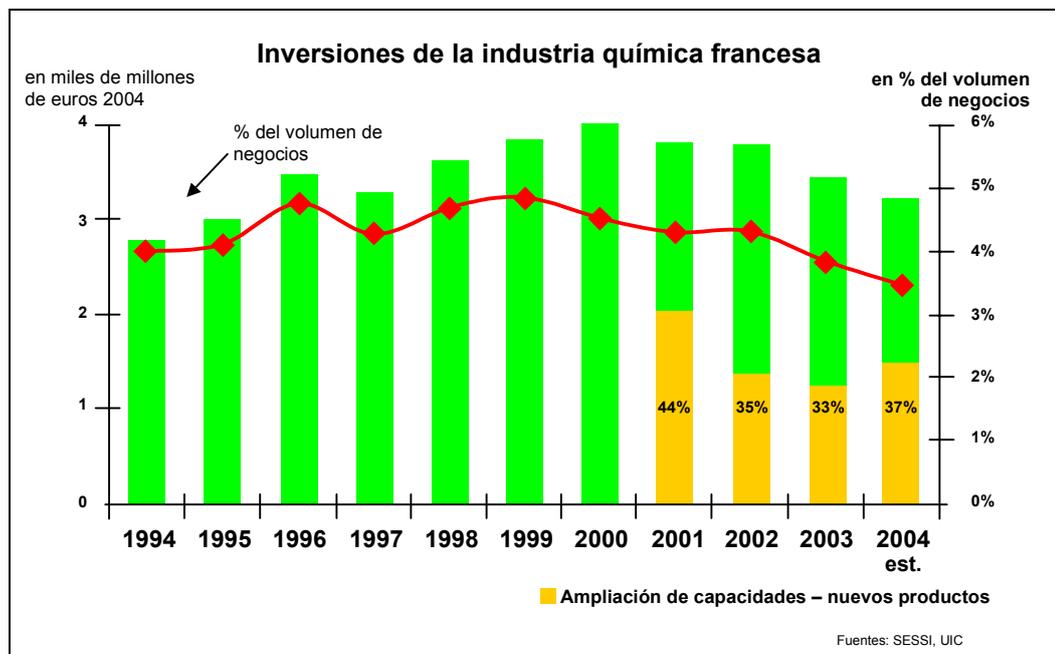


Figura 2.5. Inversiones en I+D de la industria química francesa

Durante los 4 últimos años, la inversión de la industria química francesa disminuyó regularmente. Así, en el 2004, los gastos en inversión de capital de la industria química francesa (incluyendo productos farmacéuticos) disminuyeron casi un 4% en el valor comparado a 2003.

Respecto a la política medioambiental, se ha caracterizado desde los últimos años en una prevención de la contaminación en origen y legislación estricta, por ello se ha avanzado en la reducción del impacto ambiental de las actividades industriales en el medio ambiente. Además en el sector de la química se han suscrito varias acciones e iniciativas voluntarias de reciclaje y valorización.

Destaca también, en seguridad y medio ambiente el programa adoptado desde 1990 de responsabilidad y de desarrollo sostenible. En concordancia con este compromiso de progreso, la industria química francesa desarrolla esfuerzos importantes y continuos para asegurar la protección del medio ambiente y así mejorar la seguridad y protección de la salud.

Por último destacar que la industria química francesa invierte el 28 % de la inversión total en protección medioambiental y gestión de riesgos (datos del 2003). Esta cifra fue solamente del 20% en el 2001. Gracias a este esfuerzo, la industria química se sitúa actualmente en el primer lugar entre los sectores industriales de Francia, en lo que respecta a la gestión de riesgos, seguridad y protección medioambiental.

 GRECIA	POBLACIÓN: 11.100.000
	SUPERFICIE: 131.940 km ²
	Nº DE EMPRESAS QUÍMICAS: 1.128

La economía griega ha experimentado un alto crecimiento por encima de la media prevista para la UE, sin embargo la industria ha tardado en expandirse y consta de unas infraestructuras insuficientes.

La tasa anual del crecimiento del PIB es de un 4,2%. El valor que ocupa la industria representa un 22,3 % del PIB, el 22% de la población activa total, y más del 50% de las exportaciones griegas. La tasa media anual del crecimiento del valor añadido es en el sector secundario de un 2,3%, en cuya distribución sectorial ocupa un 28%.

El tejido industrial griego se caracteriza por la existencia de unas unidades industriales de reducidas dimensiones, si las comparamos con los estándares europeos. Los sectores más importantes son los de consumo, textiles, calzado, agroalimentarios, bebidas y tabaco y utilizan, sobre todo, materias primas locales.

La producción química abarca desde detergentes, productos químicos para tratamiento de aguas, fitosanitarios, productos farmacéuticos y cosméticos. Cabe señalar que la producción anual en el año 2002 del sector de los productos químicos constató una variación del 9,2% según fuentes del Servicio Nacional de Estadística de Grecia.

Desde el punto de vista medioambiental, se trata de un sector en el cual las empresas que lo constituyen tienen especial necesidad de tener un perfil ambiental sostenible. De este modo, es de destacar que la industria química griega se haya adaptado al desarrollo tecnológico internacional en cuanto a prevención y control de la contaminación, teniendo como prioridad la intervención en origen.

 ISRAEL	POBLACIÓN: 6.560.500
	SUPERFICIE: 20.770 km ²
	Nº DE EMPRESAS QUÍMICAS: 400

El sector industrial israelí representa el 35% en la distribución sectorial del valor añadido y la tasa anual de crecimiento del PIB en el país es de un 4,3%. Israel exporta tanto productos químicos orgánicos como inorgánicos.

La industria química en Israel involucra una gran variedad de áreas de actividad tales como: potasio, bromo y magnesio del Mar Muerto, fosfatos y sus derivados de Negev, petroquímica, polímeros, pesticidas, farmacéutica, química agraria, química fina, sabores y aromas y biotecnología.

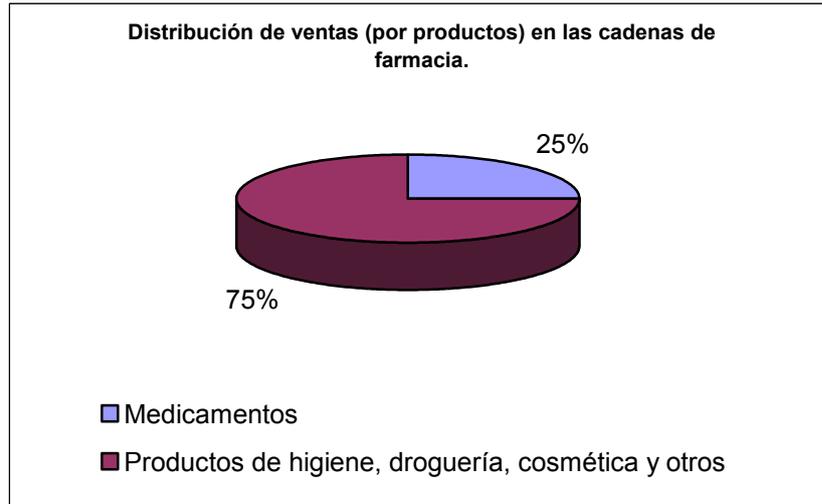
La industria química juega un rol muy importante en la economía del país. En conjunto, cerca de 400 empresas están involucradas a la producción y mercadeo de productos químicos. Sin embargo, sobre el 90% de todos los productos químicos son producidos y vendidos por 22 grandes compañías. En 1999 el total de ventas de químicos (incluyendo petroquímicos y destilados) fue de 6,24 mil millones de euros, y en el año 2000 las ventas fueron de 6,57 mil millones de euros. Las exportaciones en el año 1999 fueron de 2,71 mil millones de euros y 2,88 mil millones de euros en 2000. El 14% de la producción industrial total corresponde al sector químico, y el 17% del total de las exportaciones (superado solo por el sector de electrónicos).

El crecimiento de la industria química en los años noventa fue de 8,4%, en comparación con el 3% en Europa, 2,1% en EE.UU., y 1,8% en Japón. En contraste, el crecimiento anual de ventas (en dólares) fue de solo 3% en 1999 y 5% en el año 2000, en comparación con el 12% del promedio mundial en 1999. La industria química en el país emplea cerca de 25.000 trabajadores.

El promedio de inversión en I+D en la industria química es del 4% de las ventas. Sin embargo, en la industria farmacéutica y en biotecnología la inversión fue de 12%. La relativamente alta inversión en I+D en estas secciones de la industria química, combinado con la fuerte colaboración universidad-industria, da esperanzas de que la industria química continuara creciendo en el futuro.

La industria que esta enfocada a la exportación mantiene un compromiso con los altos estándares de calidad y el medioambiente. Siempre teniendo en cuenta que una empresa química exitosa requiere de mucho mas que "buena" química para prosperar. De hecho, las empresas exitosas combinan la "buena" química con ingeniería química, producción, formulación, manejo de la propiedad intelectual, marketing y gestión.

El mercado israelí de productos farmacéuticos ha crecido en los últimos años entre un 5 y un 10%. La producción local es importante, especialmente, en la elaboración de medicamentos genéricos. Destacan dos compañías, en primer lugar, Teva, que produce además medicamentos éticos protegidos por patente y en segundo lugar Agis Group, especializada en la producción de principios activos, cosméticos y productos de higiene. Una importante cantidad de la producción de ambas se dedica a la exportación. Por tanto, la fabricación de productos farmacéuticos en Israel es de un volumen considerable y orientado, principalmente, al mercado exterior, dado el pequeño tamaño de su demanda interna.



Fuente: *The Pharmaceutical Association of Israel*

Figura 2.6. Distribución de ventas (por productos) en las cadenas de farmacia de Israel

Respecto a las cuestiones medioambientales, las autoridades israelíes consideran el tratamiento y reutilización de las aguas residuales como una prioridad nacional en materia de medio ambiente. Las aguas residuales procedentes de la industria representan alrededor del 17,5% (68 millones de metros cúbicos) del total de las aguas residuales. Todas las plantas industriales están obligadas por ley a tratar adecuadamente sus aguas residuales antes de verterlas a las redes de saneamiento municipales. El modelo de reglamento municipal prohíbe que el vertido de aguas residuales, por sus características o su proporción, pueda dañar al sistema de saneamiento, al flujo de residuos o a su depuración. Así pues, muchas fábricas se han dotado de medios para el tratamiento previo de sus aguas residuales.

Los vertederos existentes están obligados al tratamiento de los residuos sólidos utilizando las últimas tecnologías en cada fase de su tratamiento. Ello incluye el control de contaminación de agua. Por tanto, la construcción de los nuevos vertederos ha finalizado, por lo que la demanda en este terreno se orienta más a mantenimiento de los equipos y mejora y modernización de las instalaciones existentes.

 <p>ITALIA</p>	POBLACIÓN: 58.000.000
	SUPERFICIE: 301.230 km ²
	N.º EMPRESAS QUÍMICAS: 1.770 firmas – más de 10 empleados
	PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS: 70 billones € en 2004

Italia es un país altamente industrializado y ocupa el 5º puesto en el ranking económico mundial.

La industria química en Italia constituye un importante sector para la economía italiana pues representa el 6% del total de la producción industrial. La distribución por sectores de la producción química italiana es la siguiente:

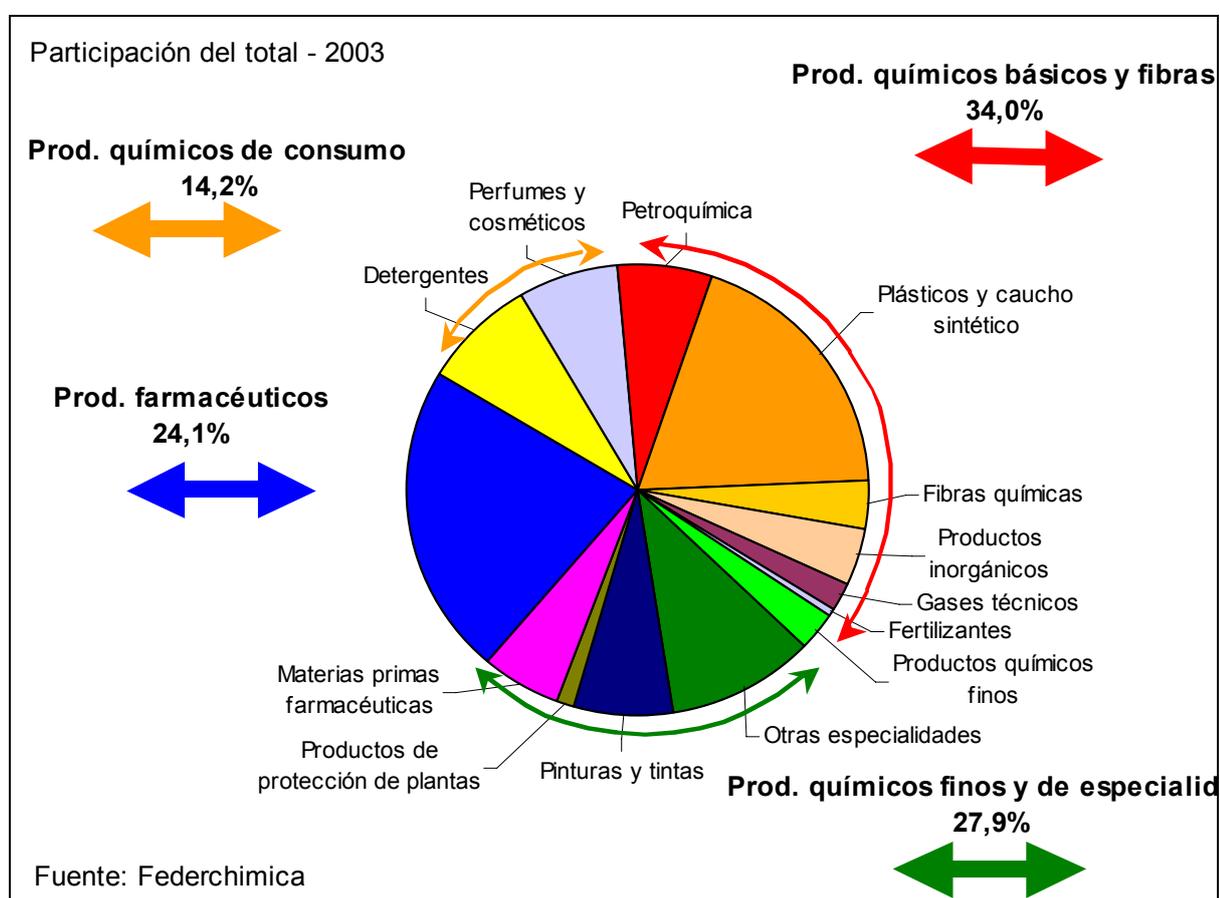


Figura 2.7. Distribución por sectores de la industria química italiana

A continuación se destacan algunos datos que dan idea de la dimensión del sector en Italia:

- Producción:
 - 48 billones € en 2004 (70 billones €, incluyendo productos farmacéuticos).
 - 40 país productor en Europa con el 12% de toda la producción química.

- Exportaciones:
 - 18 billones € en el 2004.
 - Junto con los productos farmacéuticos, el sector industrial italiano está experimentando el más alto crecimiento desde 1998 (es decir, desde la introducción de las tarifas de intercambio fijas).
 - 3º sector exportador italiano.
 - Exceso comercial significativo y establecido en los detergentes y los cosméticos (más de 1 billón de € en 2004) y en pintura, capas y colas (450 millones de €).
 - Líder mundial en ingredientes activos para genéricos.
 - Crecimiento del exceso comercial con países extracomunitarios.

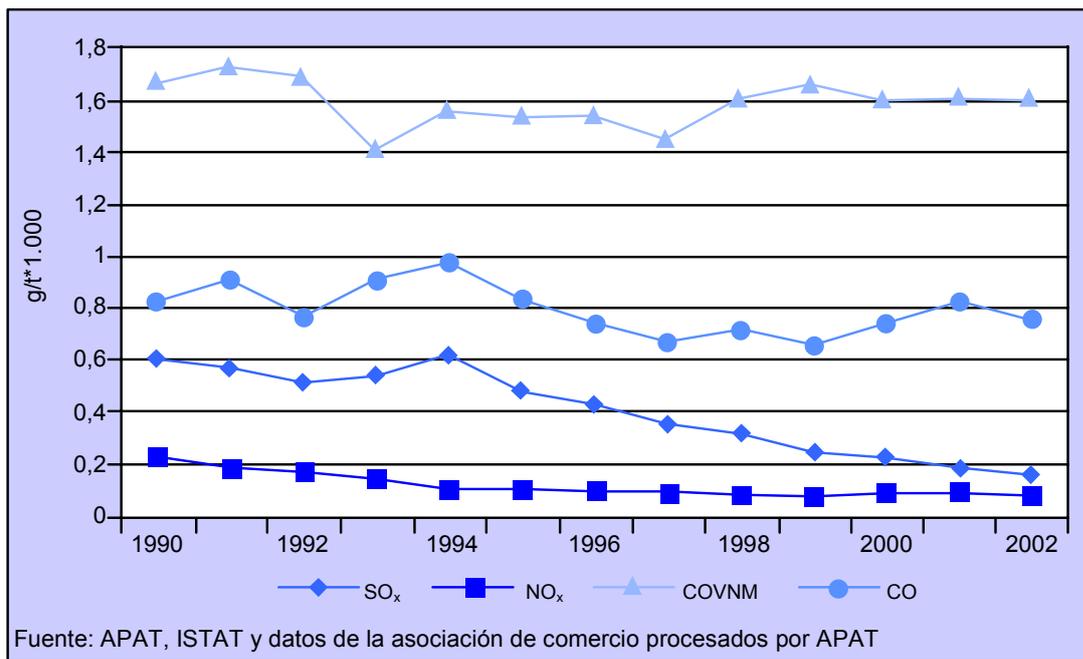
- Mano de obra:
 - 133.000 en 2004 (206.000 incluyendo productos farmacéuticos).
 - El de valor añadido más alto por empleado en la industria italiana.
 - Por cada empleado en la industria química, otros dos son generados indirectamente en la economía para un total de 500.000 empleados.

- Empresas:
 - Gran presencia de medianas y pequeñas empresas (42%).
 - Más de 1700 empresas de más de 10 trabajadores.

La distribución de las empresas italianas se da principalmente en las regiones del norte del país, especialmente en Lombardía que es la segunda región europea en importancia del sector químico. Destacan principalmente las medianas y pequeñas empresas muy activas en química de base, pero sobre todo en química fina y química de especialidad así como en químicos de consumo (representando más de la mitad de la mano de obra y producción).

Las industrias se concentran en los alrededores de las áreas urbanas, por lo que la elevada densidad de población de estos núcleos y la industria, generan una presión fuerte sobre el medio ambiente.

En los últimos años la industria química Italiana ha implantado medidas reductoras del impacto ambiental que generan. Por ejemplo, en lo que se refiere a las emisiones atmosféricas de la industria química se han establecido indicadores de emisión específica (masa emitida por unidad de masa producida) que permiten observar la evolución de la emisión de contaminantes como el SO_x, NO_x, VOC's y CO, etc. En el siguiente gráfico se observa una disminución de todos los contaminantes desde 1990, especialmente SO_x (75%) y NO_x (66%), mientras que para VOC's y CO la disminución ha sido menor (del 4,4 y 8% respectivamente).



Emisiones específicas en la industria química

Figura 2.8. Emisiones específicas en la industria química de Italia

Finalmente señalar que salud, seguridad y medio ambiente, son tres áreas de gestión que requieren un gran compromiso por parte de la industria química italiana. Por ello, Italia forma parte del programa Responsible Care de compromiso de progreso. En este sentido, muchos de los compromisos y objetivos, tanto internos como internacionales, han sido alcanzados.

 LÍBANO	POBLACIÓN: 3.707.500
	SUPERFICIE: 10.400 km ²

La economía libanesa está principalmente orientada a los servicios; los principales sectores en crecimiento son la banca y el turismo, responsables del elevado crecimiento del PIB, hasta un 5%, en los últimos años. La industria, por su parte, constituye el 21 % del PIB, si bien la tasa de crecimiento en los últimos años para el sector industrial ha sido negativa con un porcentaje del -1,2%.

La industria libanesa está constituida, en más de un 90 % de las unidades industriales, por pequeñas industrias con menos de 10 empleados. Las grandes empresas del sector químico, están emplazadas en las zonas industriales y destacan en la producción de productos químicos inorgánicos y fitosanitarios, de los que el Líbano es exportador.

La mayoría de las instalaciones industriales no está equipada con instalaciones para el control de la contaminación y vierte sus efluentes contaminados en las aguas costeras y superficiales. El flujo de aguas residuales y la eliminación ilegal de residuos sólidos peligrosos entrañan un grave riesgo de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. Además se producen vertidos descontrolados de residuos industriales sólidos y emisiones a la atmósfera.

El gobierno del Líbano ha esbozado una propuesta de ley relacionada con la organización del Ministerio de Medio Ambiente para especificar su función, su mandato y su organización en cuatro principios políticos generales:

- El desarrollo equilibrado de todas las regiones.
- La protección mediante la prevención.
- El principio "quien contamina, paga".
- La integración de las políticas ambientales en otras políticas de desarrollo por sectores.

Se ha establecido un Centro Libanés para la Producción más Limpia (PL) cuyos principales objetivos son:

- Incrementar la competitividad entre las industrias.
- Reducir los impactos ambientales negativos de los procesos de producción industrial.
- Promover las inversiones en PL (sistemas de gestión ambiental, auditorías energéticas...), el desarrollo y transferencia de tecnología.

El CDR (Consejo para el Desarrollo y la Reconstrucción) está desarrollando proyectos para la gestión y el tratamiento de los residuos sólidos como, por ejemplo, plantas de incineración, unidades de trituración y centros de clasificación de residuos industriales. Finalmente se han rehabilitado y construido kilómetros de redes de canalizaciones y distribución de aguas así como plantas de pre-tratamiento y de tratamiento de aguas residuales.

 LIBIA	POBLACIÓN: 5.658.900
	SUPERFICIE: 1.759.540 km ²

Libia presenta en los últimos años unas tasas de crecimiento del PIB muy elevadas, en torno al 10%, siendo el sector industrial uno de los grandes contribuidores de este crecimiento, pues supone el 49% del valor añadido sectorial.

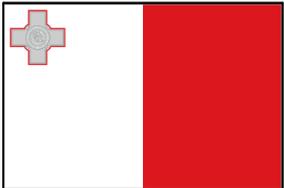
Libia ha logrado, por medio de su industria petrolera, crear una relativamente bien desarrollada industria química, de manera que exporta, además de combustibles minerales, productos químicos orgánicos que, según fuentes estadísticas libias de comercio exterior, representaron en 1999 un 2,7% de las exportaciones.

Marsa El-Brega es el centro principal para la producción petroquímica, produciéndose, etanol, amonio y urea. Este complejo es operado por la Compañía Nacional Petroquímica (Napectco). Hay una instalación de producción de metanol en Al-Burayqah, y un pequeño complejo petroquímico en Abu-Kammash.

Ras Lanouf es la localización de un proyecto que está siendo desarrollado por Ras Lanuf Oil y la Compañía de Procesado de Gas (Rasco) para producir varios productos químicos incluidos benceno, butadieno y butano-1 entre otros.

Por tanto, la primera industria a considerar es la próxima al núcleo de la economía del país, es decir los hidrocarburos, refinerías petrolíferas, construcción de gasoductos, licuefacción de gas natural. Otras plantas industriales importantes son las industrias petroquímicas y la industria química de Aboukamash y la planta de fertilizantes de Sirte.

Tradicionalmente las manufacturas químicas han consistido en empresas menores de bienes simples de consumo como productos químicos básicos.

 <p>MALTA</p>	POBLACIÓN: 400.000
	SUPERFICIE: 316 km ²

El crecimiento de la economía maltesa en los últimos años ha sido moderado, con tasas anuales de incremento del PIB alrededor del 1,5 %. El sector manufacturero representa aproximadamente el 26% de la distribución sectorial del valor añadido, aunque va perdiendo peso progresivamente a favor de los servicios. Dentro de las manufacturas, el sector químico representa un 3,6%. La industria química, por tanto, no es una actividad de considerada importancia o relevancia en el país.

Cabe destacar, sin embargo, la importancia que va adquiriendo el sector de la química fina, que representa más del 10 % del número total de operaciones extranjeras en Malta, debido a la promoción llevada a cabo por el gobierno maltés para atraer empresas químicas de capital extranjero. Los productos fabricados e incluidos en este sector son esteroides, oligopéptidos, ingredientes activos para fármacos genéricos, antibióticos y químicos para medicamentos de prescripción.

Algunos ejemplos de esta política de atracción de inversores en el sector de la química fina son:

- Amino Chemicals Ltd (subsidiaria de DiPharma), que produce APIs (Ingredientes activos farmacéuticos) para todos los mercados principales incluyendo E.E.U.U.
- Arrow Malta Ltd que se estableció en Malta en el año 2000.
- Pharmamed Ltd que es fabricante de fármacos genéricos.
- Cardinal Health Ltd establecida en 1995.
- Baxter Malta que forma parte de Baxter Internacional Inc.
- Phoenicia Organics Ltd que produce marcadores para oligopéptidos de aplicación en el sector de la Biotecnología.
- Medichem, de reciente implantación y con producción de ingredientes activos farmacéuticos.

 MARRUECOS	POBLACIÓN: 31.064.100
	SUPERFICIE: 446.550 km ²
	Nº DE EMPRESAS QUÍMICAS: 2.041

La tasa anual de crecimiento del PIB ha sido de un 3,5%, representando la industria una tasa media anual del 3,2% del crecimiento del valor añadido y un 30% de la distribución sectorial del valor añadido.

El tejido industrial representa desde la década de los 80 en torno a un tercio del PIB en Marruecos. Su estructura actual refleja todavía los efectos de la política industrial post-colonialista de sustitución de importaciones por producción local y la elevada protección frente a la competencia internacional. No obstante la apertura de la economía a los mercados internacionales está obligando a un gradual proceso de reconversión, reestructuración y modernización del sector industrial.

En líneas generales, el sector industrial marroquí se caracteriza por su elevada concentración geográfica, localizándose básicamente en las grandes ciudades (fundamentalmente en Casablanca y en las zonas industriales de Safi y Jorf Lasfar), así como por el elevado peso de la industria pesada (entre ellas la industria petroquímica). Las estadísticas del Ministerio de Industria y Comercio confirman la importancia en la estructura industrial marroquí de las industrias químicas y paraquímicas. Ésta engloba cuatro subsectores, refino de petróleo, fosfatos y otros productos mineros transformados, la industria cementera y la farmacéutica. La industria de transformación de fosfatos y otros productos mineros ha mantenido un buen comportamiento en los últimos años, resultado de una buena integración vertical con la industria minera nacional. Por otro lado, la empresa líder en el sector de refinería de petróleo, Samir, atraviesa dificultades al no poder competir en precio con las importaciones de crudo refinado. Por el momento el mercado está protegido frente a la competencia internacional, pero Marruecos se ha comprometido a abrirlo a partir del 2008.

La industria química de Marruecos, como la de Túnez, esta dominada por la producción de fosfatos, ya que Marruecos posee cerca de los dos tercios de las reservas mundiales de roca de fosfato. Los principales productos elaborados son ácido fosfórico y fertilizantes a base de fosfatos. La extracción, procesamiento y distribución de los fosfatos se lleva a cabo a través de un monopolio estatal por la OCP (Office Chérifien des Phosphates). Otros sectores de importancia dentro del sector químico son los productos farmacéuticos, segunda en importancia en el continente africano tras Sudáfrica, así como los cosméticos y la producción de caucho.

Respecto al sector farmacéutico, en Marruecos se encuentran presentes los diez mayores grupos farmacéuticos mundiales, y por lo tanto, es un sector que ha sufrido desde el comienzo de los años 90 un proceso de concentración fruto de las fusiones y adquisiciones que han tenido lugar en el mismo en los últimos años. En la actualidad existen 26 laboratorios y la producción local satisface un 80% de la demanda, siguiendo esta los estándares de calidad internacional.

Por último destacar que en materia medioambiental, Marruecos se ha comprometido con una política medioambiental que basada en los conceptos de desarrollo sostenible y en hacer de la protección del medioambiente un factor clave en el desarrollo económico y social del país. En el plano jurídico, Marruecos esta dispuesto a armonizar las leyes con respecto a los estándares europeos y a su vez está realizando acciones en el plano de la educación y sensibilización ambiental.

 MÓNACO	POBLACIÓN: 32,100 habitantes (2.000 censo)
	SUPERFICIE: 2.01 km ²
	Nº DE EMPRESAS QUÍMICAS: 23

Mónaco es un país pequeño cuya economía se basa principalmente en el sector financiero, comercial y del turismo, el cual constituye un 25% de los ingresos anuales.

Su sector industrial se ha desarrollado considerablemente durante el siglo XX. Solamente en los últimos 20 años se han construido casi 200.000 m² de suelo industrial. Existen aproximadamente 70 medianas y pequeñas empresas industriales implantadas en Mónaco.

Actualmente se puede afirmar que la industria en Mónaco es diversificada contando con un gran número de empresas en varios sectores de las que 23 pertenecen a la industria química, farmacéutica, para-farmacéutica y cosmética, teniendo este sector un gran peso en este país.

En Mónaco son importantes las industrias de medicinas de base de acuerdo a procesos químicos y biológicos. El número de emplazamientos es de 3 con un tamaño aproximado de 1720m² to 4000m², contando con una media de 10 a 70 trabajadores. La distribución geográfica de los centros de producción se centra en emplazamientos urbanos con instalaciones químicas de 1 a 4 plantas. Su capacidad de producción oscila entre 1 y 330 Tm por año. Los productos fabricados son fundamentalmente principios activos para síntesis de farmacéuticos o cosméticos.

Entre los aspectos ambientales más destacados se puede citar que Mónaco posee una incineradora entre las instalaciones de tratamiento de residuos sólidos usadas por el sector. Por otro lado las aguas residuales generadas son recogidas y asimilables a las urbanas. Sin embargo todas las compañías monegascas de este sector separan las aguas residuales y residuos sólidos procedentes de los procesos industriales para ser recogidas por operadores especiales y de esta manera ser tratadas fuera de Mónaco en plantas especiales.

El gobierno de Mónaco proporciona ayudas o subvenciones estatales a las empresas para la mejora y promoción de los aspectos ambientales en el sector, en especial en la consecución de la certificación de gestión ambiental por la norma internacional ISO 14.001. Cabe destacar que una de las plantas químicas tiene implementado y certificado un sistema de gestión ambiental (ya sea EMAS o ISO 14.001).

 SIRIA	POBLACIÓN: 18.222.700
	SUPERFICIE: 185.180 km ²

La industria siria supone el 8,9% del crecimiento del valor añadido y representa un 29% en la distribución sectorial de este valor. La tasa anual de crecimiento del PIB en los últimos años se ha situado alrededor del 3,5%.

Desde su independencia, Siria ha trabajado en el desarrollo de su capacidad industrial, aumentando el valor de su industria extractiva, tales como minería y producción petrolera. Desde 1980, Siria ha presentado un crecimiento industrial significativo con una expansión en la demanda de productos químicos. Las industrias que utilizan productos químicos producidos localmente o importados incluyen la refinación de petróleo, las minas de fosfato, la producción de cemento, textiles, la producción de químicos para la agricultura tales como pesticidas y fertilizantes. Siria continua expandiendo su industria química, uno de los proyectos recientes es la construcción de la primera planta de cloro-álcali en Aleppo, proyecto que fue aprobado en el 2001.

Siria es el quinto mayor exportador de roca fosfática, produciendo mas de 2,5 millones de toneladas al año, de las cuales mas del 70% se exporta. Gran parte de esta producción se convierte en fertilizantes fosfatados o ácido fosfórico. Además de fertilizantes fosfatados, Siria también produce amonio, urea y fertilizantes nitrogenados tales como nitrato de amonio y nitrato de calcio para el consumo local.

La planta de azufre operada en asociación con la refinería de Homs, tiene una capacidad de producción de 150 Tm/día. Siria convierte una parte de su producción de azufre en ácido sulfúrico, el consumo de esta ácido alcanzo las 318.000 toneladas en el año 2000. Cerca del 78% del ácido sulfúrico se consume en la elaboración de fertilizantes. A pesar de la gran industria de fertilizantes, Siria todavía debe importar cerca de 500.000 toneladas de fertilizante cada año.

 TÚNEZ	POBLACIÓN: 9.936.700
	SUPERFICIE: 163.610 km ²
	Nº DE EMPRESAS QUÍMICAS: 213

Históricamente, el crecimiento económico de Túnez ha estado dependiente del petróleo, de la agricultura, de los fosfatos y del sector turístico. En 1986, el Estado puso en marcha un programa para liberalizar los precios, reducir las tarifas conluciendo a Túnez así hacia una economía de mercado.

La industria tunecina representa un 4,6% en el crecimiento del valor añadido, con una participación de un 30% en la distribución sectorial del PIB y con una creación de 22.959 puestos de trabajo relacionados con la industria en el 2002. La tasa anual de crecimiento del PIB es de aproximadamente un 5,8%.

El sector de la química (excluyendo las industrias del plástico) representa un 10% de la industria tunecina y es uno de los sectores manufactureros que ha conocido un mayor desarrollo en los últimos años desarrollando una actividad principalmente dirigida a la exportación.

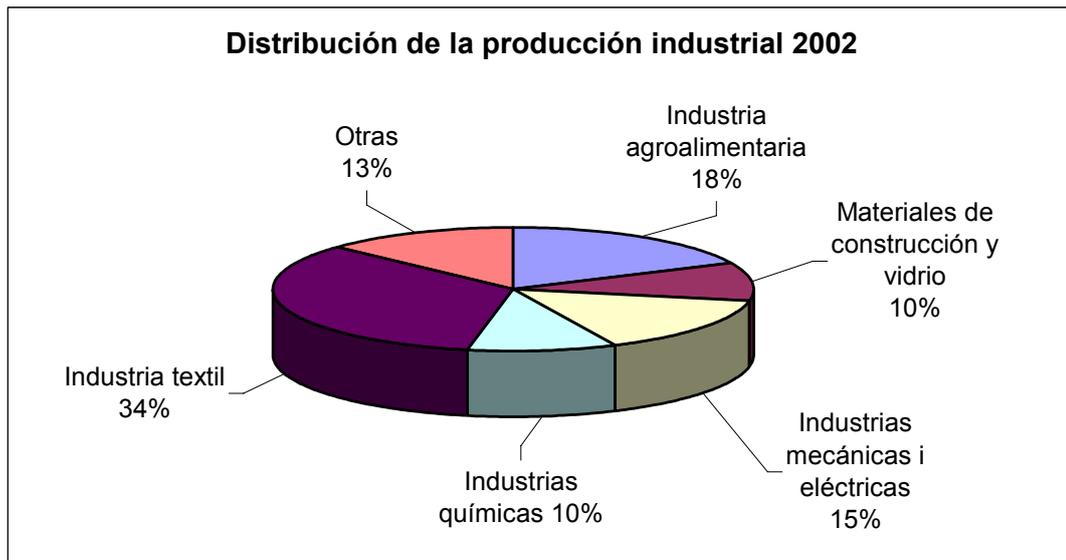


Figura 2.9. Distribución de la producción industrial tunecina en el año 2002

Los principales problemas medioambientales están ligados al consumo de agua y energía y la generación de residuos sólidos. Por ello, en el X Plan de Desarrollo (2000-2006) establece entre los sectores prioritarios de actuación al medio ambiente, principalmente en el tratamiento de los residuos y la depuración de aguas residuales industriales.

 TURQUIA	POBLACIÓN: 72.320.000
	SUPERFICIE: 780.580 km ²
	Nº DE EMPRESAS QUÍMICAS: 1.093

En la actualidad Turquía es un país con una importante base industrial que supone el 25,6% del PIB y da muestras del gran potencial en este campo, teniendo grandes posibilidades de atracción de la industria extranjera. El descenso del peso de la agricultura en la economía turca coincide con la rápida expansión de los sectores de servicios e industrial. En la distribución de empleo la industria ocupa el 18,2%.

Los principales sectores industriales en Turquía son los referidos a las actividades de producción de manufacturas en las que destaca la industria textil, líder en exportaciones y la química.

Respecto al sector químico, destacar subsectores como el farmacéutico, que es uno de los de mayor crecimiento en Turquía con tasas del 6-7% anual. Otro subsector relevante es el de los fertilizantes. La industria agroquímica es clave para el país y con grandes posibilidades debido a que Turquía posee un vasto potencial agrícola. Por otro lado, el sector de cosmética y perfumería es un sector netamente importador, tanto en productos manufacturados como de materias primas y maquinaria. Además destacan con una alta capacidad productiva los sectores de los colorantes y pigmentos, fitosanitarios y biocidas, medicamentos de base, fragancias y aromas, aditivos y el de surfactantes con un total de 45.436 trabajadores empleados.

El sector medioambiental es un sector considerado de alta prioridad para el gobierno turco. La rápida industrialización de Turquía ha creado complejos problemas medioambientales, provocando impactos en el medio ambiente así como en la prestación de servicios públicos relacionados: gestión de residuos sólidos, suministro de agua potable, tratamiento de aguas residuales y distribución de la energía. Paralelamente, el incremento de la producción industrial también viene provocando desajustes medioambientales como son una mayor contaminación atmosférica y del agua, así como el aumento de los residuos sólidos industriales. Se detecta una insuficiencia en los sistemas de tratamiento de aguas residuales (red de alcantarillado y plantas de tratamiento) y en cuanto a inversiones en vertederos o centros de tratamiento de residuos.

El Ministerio de Medio Ambiente, creado en 1991, ha propiciado que las cuestiones ambientales adquieran una mayor relevancia. En el ámbito oficial, el gobierno está adoptando rápidamente legislación medioambiental comparable con la de los países de la Unión Europea y ha elaborado la Ley Medioambiental y creado la Fundación Turca del Medio Ambiente.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES FASES DE PROCESO Y OPERACIONES DE LA INDUSTRIA QUÍMICA Y ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES ASOCIADOS

La industria química produce impactos medioambientales tanto al medio acuático, como al aire y al suelo. Los tipos de contaminantes que una instalación química produce dependen de la naturaleza de las materias primas que use, de los procesos productivos y auxiliares, del tipo de equipos, de la organización de las tareas, ya sean de mantenimiento como productivas, etc.

Además, en una misma instalación, la emisión de contaminantes es muy cambiante a lo largo de una misma jornada o turno de trabajo, en función de la operación, o la fase del proceso, que se esté llevando a cabo en cada momento. Por ejemplo, para procesos en “batch” (discontinuos o por lotes), en recipientes cerrados, la emisión de contaminantes es más probable al inicio y al final del proceso (en la carga, descarga y operaciones de transvase) que durante el proceso en sí. En la siguiente tabla se muestran las emisiones más comunes a los diferentes medios:

Tabla 3.1. Emisiones más comunes de la Industria química a los diferentes medios

TIPO DE EMISIÓN	FUENTE DE EMISIÓN
Gases, compuestos volátiles y partículas	<p>Fuente de emisión puntual: Chimeneas de proceso y de actividades auxiliares como calderas, venteos (de unidades de destilación, de tanques de almacenamiento, de reactores...), operaciones de carga y descarga (de materias primas, de proceso...)</p> <p>Fuentes de emisión difusas: bombas, válvulas, muestreos, cierres mecánicos, tanques abiertos, aliviaderos...</p> <p>Emisiones secundarias: depuradora de aguas residuales, torre de refrigeración, alcantarillado y sumideros de planta, derrames, fugas...</p>
Agua residual, residuos líquidos	Equipos de lavado con disolventes/agua, muestras, productos químicos sobrantes, productos de purificaciones/cristalizaciones, aguas de lavado de gases (scrubbers), agua de refrigeración, corrientes de vapor, bombas de vacío, fugas, derrames, disolventes usados, limpiezas de suelos, aceites usados...
Residuos sólidos	Catalizadores usados, filtros usados, fangos, fangos de depuradora, productos fuera de especificaciones, productos/materias primas caducados, material de embalaje, resinas y carbón usados....
Contaminación del suelo	Vertidos al suelo (sin canalizar), fugas, derrames, zonas de almacenamiento, tuberías enterradas, tuberías aéreas, zonas de carga y descarga sin cubeto de retención...

A parte de las emisiones de contaminantes, otros aspectos ambientales a considerar por la industria química son los relacionados con el consumo de recursos, especialmente de agua, y de energía.

La industria química usa y produce una enorme cantidad de productos químicos, tanto en cantidad como en diversidad, lo que añade complejidad al sector. Las características principales de los sectores que abarca esta guía son la producción de forma discontinua y en cantidades discretas, lo que lleva a fabricar diversos productos en las mismas plantas. Por otra parte, en este sector y con similares características, se engloban subsectores complejos y de actividades muy diversas, con poca semejanza entre ellos.

Se puede constatar que el sector químico está integrado por muchos subsectores con procesos bien diferenciados. Por un lado, la química básica, dedicada a la fabricación de productos (principalmente derivados del petróleo), y a la obtención de productos inorgánicos (como ácidos inorgánicos y sus derivados o gases industriales, entre otros). También se considera parte de la química básica la fabricación de polímeros, materias primas plásticas, caucho y látex sintéticos y fibras artificiales y sintéticas.

Por otro lado, la química de transformación, que se puede dividir en cuatro ramas principales de actividad: la **agroquímica**, que fabrica productos destinados a la agricultura, básicamente fertilizantes y productos fitosanitarios; la **química industrial**, que engloba los productos semielaborados y los productos acabados cuya destino son otras industrias; la **química fina**, que fabrica productos de alto valor añadido, con una alta complejidad estructural, y exige técnicas sintéticas bien refinadas; y la **química de consumo**, que elabora los productos finales que son de aplicación directa por el usuario.

Si bien la heterogeneidad del sector se manifiesta también a la hora de establecer una única línea de proceso productivo, podemos definir un esquema de operaciones comunes para la mayoría de ellos:

- Almacenamiento de materias primas, productos intermedios y acabados.
- Carga y descarga de materias primas y productos químicos.
- Producción:
 - Dosificación y pesada de materiales.
 - Carga y descarga de reactores o mezcladores.
 - Transporte interno de productos.
 - Reacción o formulación.
 - Procesos de separación y purificación.
 - Acondicionamiento final.
- Operaciones auxiliares:
 - Limpiezas.
 - Acondicionamiento de aguas de proceso.
 - Sistemas de refrigeración.
 - Sistemas de calentamiento.
 - Tratamiento de aguas residuales.
 - Tratamiento de emisiones de gases.
 - Acondicionamiento de residuos.

A continuación se describen las distintas operaciones:

3.1. ALMACENAMIENTO

En las plantas químicas, los productos químicos, sean materias primas, auxiliares, productos intermedios o acabados se disponen en áreas específicas de forma ordenada. Las operaciones que tienen lugar en el proceso de almacenamiento son las siguientes:

- Carga y descarga de productos.
- Transporte de los productos.
- Disposición y/o estiba de los productos.
- Toma de muestra.

En las operaciones de almacenaje tenemos como aspectos medioambientales más destacados:

Tabla 3.2. Aspectos ambientales del almacenamiento de productos

ASPECTOS AMBIENTALES	
Emisiones atmosféricas	Emisiones difusas de compuestos orgánicos volátiles y gases Emisiones de partículas Emisiones por rotura o mal estado de contenedores, bidones y envases Emisiones de tanques, válvulas, bombas y tubos
Vertidos al agua	Derrames inadvertidos Vertidos de tanques, válvulas, bombas y tubos Fugas y escapes en depósitos enterrados
Generación de residuos	Restos de productos, derrames. Productos caducados, obsoletos y fuera de especificación Materiales de embalaje (plásticos, cartón, etiquetas, precintos...) Contenedores, bidones y envases rotos y/o vacíos
Contaminación de suelos	Derrames inadvertidos sobre suelos no pavimentados Vertidos de tanques, válvulas, bombas y tubos Fugas y escapes en depósitos enterrados

La disposición de los productos en el almacén ha de observar una serie de condiciones:

- Se establecen zonas separadas para productos inflamables, tóxicos, corrosivos, comburentes, gases, etc.
- Se deben respetar distancias de seguridad que permitan el acceso fácil.
- Se deben respetar las distancias a edificios, unidades de proceso, calderas.
- Los productos deben estar etiquetados y ser fácilmente identificables.
- Los recipientes de sustancias líquidas deben estar provistos de cubetos de retención de dimensiones adecuadas.
- El almacén debe prever que los derrames no afecten otras dependencias, mediante sistemas de drenaje.
- Llevar a cabo la toma de muestras en cabinas de flujo laminar.

- Separar y alejar entre sí residuos incompatibles dentro del almacén:
 - Oxidantes de reductores.
 - Ácidos de bases.
 - Sensibles al agua de tomas o conducciones.

En la página siguiente se puede ver un esquema del proceso de almacenaje de materia prima

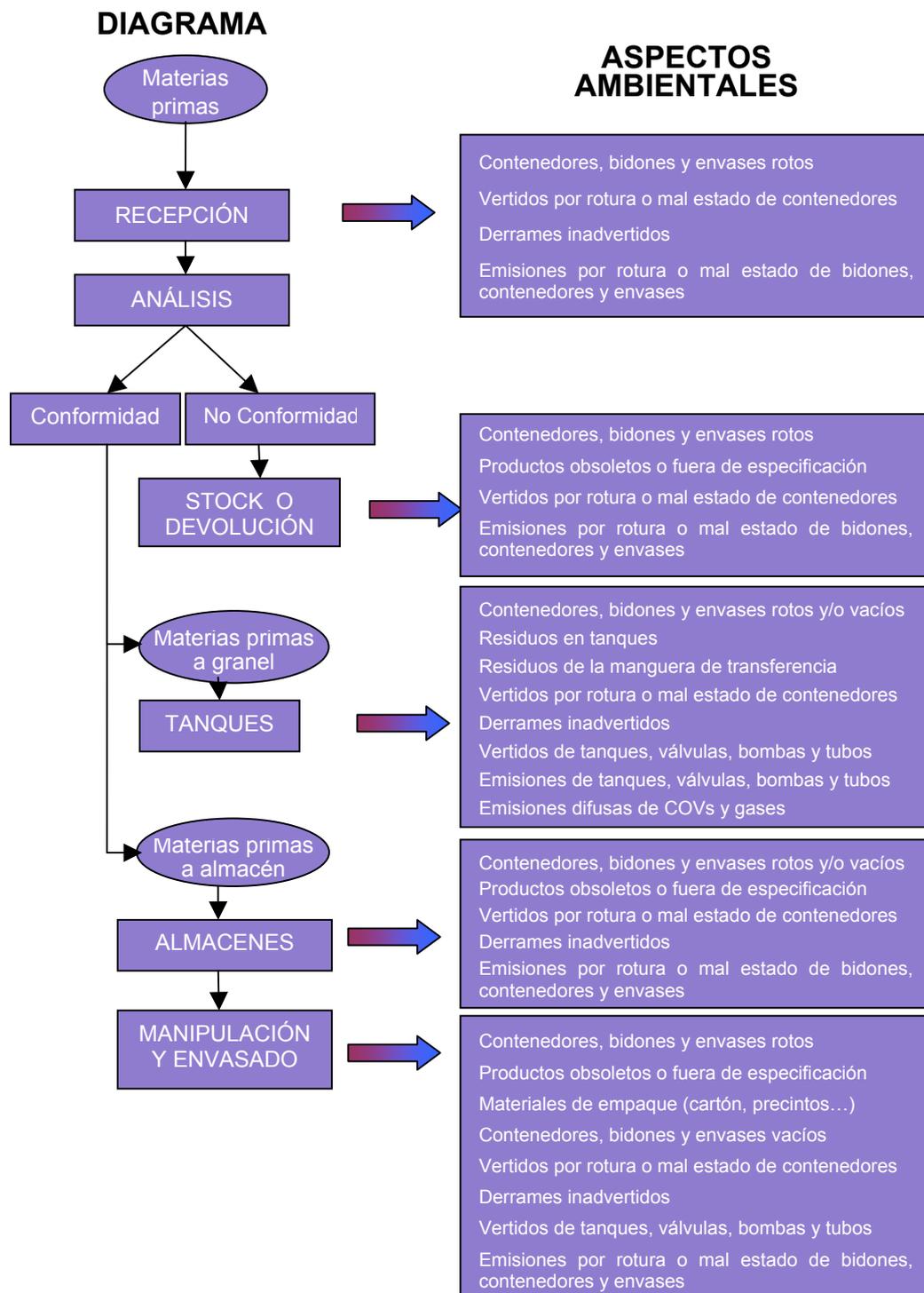


Figura 3.1. Esquema de aspectos ambientales del almacenamiento de productos

3.2. CARGA Y DESCARGA DE PRODUCTOS

Las operaciones de carga y descarga de productos se producen en diferentes áreas de la planta química y en varios procesos distintos:

- Transvase entre las unidades de transporte y el almacén o viceversa.
- Transvase entre las unidades de almacenaje y las instalaciones de proceso.
- Transvase entre recipientes fijos o móviles, durante distintas fases del proceso.

Los aspectos ambientales más relevantes asociados a estas operaciones son:

Tabla 3.3. Aspectos ambientales de la carga y descarga de productos

ASPECTOS AMBIENTALES	
Emisiones atmosféricas	Emisiones difusas de compuestos orgánicos volátiles y gases Emisiones de partículas
Vertidos al agua	Derrames o vertidos incontrolados
Generación de residuos	Restos de productos, derrames
Contaminación del suelo	Derrames o vertidos incontrolados en suelos no pavimentados

3.3. PRODUCCIÓN

La implantación y el diseño de los equipos e instalaciones en la planta de producción facilitan el correcto flujo de materiales, minimiza las pérdidas de energía, los derrames, las emisiones, los errores y los accidentes. Un diseño que facilite la limpieza y un transporte por gravedad o a cortas distancias es muy importante para unos procesos correctos.

Asimismo la sala de producción debe prever un sumidero de recogida de posibles derrames, desde donde sea fácil la recuperación del producto y/o su envío hacia la instalación de depuración de aguas residuales, así como de ventilación y extracción de gases y volátiles dirigida a la instalación de tratamiento de emisiones.

3.3.1. Medida, pesaje y dosificación

Esta operación consiste en preparar las cantidades de producto precisas para la carga de reactores o mezcladores. La preparación puede hacerse por pesada o por medición volumétrica (líquidos) y la adición, dosificación, puede ser manual o automática.

Los aspectos ambientales más relevantes asociados a estas operaciones son:

Tabla 3.4. Aspectos ambientales de la medida, pesaje y dosificación

ASPECTOS AMBIENTALES	
Emisiones atmosféricas	Emisiones difusas de compuestos orgánicos volátiles y gases Emisiones de partículas
Vertidos al agua	Derrames
Generación de residuos	Restos de productos, derrames

3.3.2. Transporte interno de productos

El transporte interno de productos químicos entre unidades de proceso se lleva a cabo, fundamentalmente, de dos formas distintas:

- Mediante conducciones (líquidos y gases).
- Mediante recipientes móviles, desplazables hasta las unidades de producción (líquidos y sólidos).

Los aspectos ambientales relevantes asociados a estas operaciones son los siguientes:

Tabla 3.5. Aspectos ambientales del transporte interno de productos

ASPECTOS AMBIENTALES	
Emisiones atmosféricas	Emisiones difusas de compuestos orgánicos volátiles y gases Emisiones de partículas
Vertidos al agua	Derrames
Generación de residuos	Restos de productos, derrames
Contaminación de suelos	Derrames o vertidos incontrolados en suelos no pavimentados

3.3.3. Reacción y/o formulación

El núcleo fundamental de la producción química en instalaciones discontinuas consiste en la etapa de reacción o formulación. No es objeto de esta guía analizar las operaciones, los aspectos ambientales y las buenas prácticas ambientales relacionados con procesos concretos de síntesis o formulación. Sin embargo podemos mencionar algunos aspectos medioambientales comunes, asociados a estas operaciones:

Tabla 3.6. Aspectos ambientales de la carga y descarga de productos

ASPECTOS AMBIENTALES	
Emisiones atmosféricas	Emisiones de compuestos orgánicos volátiles y gases
Vertidos al agua	Derrames Aguas residuales con restos de productos
Generación de residuos	Restos de productos, derrames
Consumo de Energía	Condiciones extremas de Presión y Temperatura, vacío

3.3.4. Operaciones separativas, de purificación y de acondicionamiento final

La obtención de un determinado producto o mezcla de productos durante la etapa de reacción o formulación va seguida de una serie de operaciones de separación, purificación y acondicionamiento final.

3.3.4.1. Operaciones de separación y purificación

Las operaciones aplicadas a la separación y purificación se clasifican de acuerdo al tipo de tecnología y al ámbito de aplicación. Así tenemos tecnologías mecánicas y de difusión, que se aplican a diversos tipos de separación. En la siguiente tabla se presentan las distintas tecnologías y sus aplicaciones:

Tabla 3.7. Operaciones de separación y purificación

OPERACIÓN		APLICACIÓN
Separaciones mecánicas	Tamizado	Separación sólido-sólido
	Filtración	Separación sólido-gas
		Separación sólido-líquido
	Sedimentación	Separación sólido-líquido
		Separación líquido-líquido
	Centrifugación	Separación sólido-líquido
		Separación sólido-gas
Separación líquido-líquido		
Separación por ciclones	Separación sólido-gas	
Separaciones difusionales	Destilación	Separación líquido-líquido
	Decantación	Separación líquido-líquido
	Extracción	Separación de solutos en una disolución
	Cristalización	Separación sólido-líquido
	Absorción	Separación gas-gas
	Adsorción	Separación gas-gas
	Lixiviación	Separación sólido-líquido

A continuación se describen brevemente las operaciones de separación y sus impactos ambientales más significativos:

TAMIZADO: Operación destinada a la separación por tamaños de las partículas de una mezcla sólida. Se basa en hacer pasar las partículas de menor tamaño a través de una malla de paso definido.

Los principales aspectos ambientales del tamizado son:

Tabla 3.8. Aspectos ambientales del tamizado

ASPECTOS AMBIENTALES	
Emisiones atmosféricas	Emisiones de partículas Ruidos y vibraciones
Vertidos al agua	Aguas residuales con restos de los productos tamizados generados en la limpieza de los equipos
Generación de residuos	Restos de productos tamizados depositados en la maquinaria Restos de productos tamizados que no tienen el diámetro de partícula adecuado y no pueden ser aprovechados para el proceso
Energía	Consumo de energía

FILTRACIÓN: La filtración es una operación de separación sólido-fluido basada en la retención de partículas de un tamaño superior a un valor dado por una malla filtrante. Se utiliza tanto para aprovechar el sólido presente en la suspensión a filtrar, como para disminuir la turbidez de un líquido o eliminar las partículas suspendidas en un gas.

Los principales aspectos ambientales de la filtración dependen de la finalidad con que se utilice. Según el proceso, las corrientes residuales pueden ser los fluidos filtrados o los sólidos retenidos.

Tabla 3.9. Aspectos ambientales de la filtración

ASPECTOS AMBIENTALES	
Emisiones atmosféricas	Gases filtrados COVs de los disolventes utilizados
Vertidos al agua	Aguas madre del proceso de filtración, cuando la fracción líquida sea acuosa Aguas de lavado de los filtros, con restos de productos químicos retenidos Efluentes residuales de procesos de filtrado i lavado de gases en húmedo (soluciones básicas o acidas con sales disueltas)
Generación de residuos	Torta filtrante o restos de sólidos retenidos en los filtros Filtros i materiales absorbentes (celulósicos, tierras de filtración, sintéticos) con restos de productos químicos Disolventes orgánicos del proceso de filtrado, cuando la fracción líquida sea un disolvente

SEDIMENTACIÓN: Operación de separación sólido-líquido o líquido-líquido en la que las partículas se separan debido a la diferencia de densidad entre las dos fases presentes. Se usan con el objetivo de concentrar partículas sólidas o bien para obtener el líquido sin partículas sólidas.

Los principales aspectos ambientales de la sedimentación dependen de la finalidad con que se utilice:

Tabla 3.10. Aspectos ambientales de la sedimentación

ASPECTOS AMBIENTALES	
Emisiones atmosféricas	Evaporación del líquido, si éste es volátil
Vertidos al agua	Líquido a separar si se desea espesar un sólido Aguas residuales con restos de productos químicos
Generación de residuos	Cantidades considerables de fangos

CENTRIFUGACIÓN: Consiste en la separación de dos fases de densidad bastante parecida creando un campo de fuerza centrífuga mediante un sistema mecánico de rotación. Basados en la centrifugación existen distintos aparatos para efectuar separaciones específicas:

- Centrifugas: Son realmente filtros centrifugos usados para separar sólidos de un líquido. Generan fracciones residuales sólidas y líquidas que, de acuerdo con su composición, pueden tener destinaciones diversas.
- Ciclonas: Dispositivos estáticos en los que una mezcla de partículas suspendidas en un gas es sometida, por acción de su propia energía cinética, a una fuerza centrífuga.

Los principales aspectos ambientales de centrifugas y ciclones son:

Tabla 3.11. Aspectos ambientales de la centrifugación

ASPECTOS AMBIENTALES	
Emisiones atmosféricas	Ruidos y vibraciones del equipo Emisiones de COVs de los disolventes utilizados
Aguas residuales	Aguas madre del proceso de centrifugación, cuando la fracción líquida sea acuosa Aguas de limpieza de los equipos
Generación de residuos	Materia sólida depositada en la cubierta interior o en el tambor de la centrifuga Disolventes orgánicos del proceso de centrifugado, cuando la fracción líquida sea un disolvente
Energía	Elevado consumo energético, especialmente en operaciones de aceleración

SEPARACIÓN POR CICLONES: Los ciclones son uno de los equipos más empleados dentro de las operaciones de separación de partículas sólidas de una corriente gaseosa, además de poder emplearse para separar sólidos de líquidos. Son equipos de gran sencillez estructural debido a que no poseen partes móviles y a que apenas exigen mantenimiento. Al hacer uso de fuerzas centrífugas en vez de gravitatorias, la velocidad de sedimentación de las partículas se incrementa en gran medida haciéndose más efectiva la separación.

Tabla 3.12. Aspectos ambientales de la separación por ciclones

ASPECTOS AMBIENTALES	
Emisiones atmosféricas	Ruidos y vibraciones del equipo Emisiones de partículas finas
Generación de residuos	Partículas gruesas

DESTILACIÓN: Separación de dos a más componentes de una mezcla líquida aprovechando la diferencia entre sus distintas presiones de vapor. El proceso que consiste en calentar el líquido hasta que sus componentes más volátiles pasan a la fase de vapor y, a continuación, enfriar el vapor para recuperar dichos componentes en forma líquida por medio de la condensación. La finalidad principal de la destilación es obtener el componente más volátil en forma pura. La destilación permite, también, lo contrario, es decir, transferir contaminantes de elevado peso molecular a las colas de destilación, recuperándose, en este caso, la fracción destilada.

Los principales aspectos ambientales de la destilación son:

Tabla 3.13. Aspectos ambientales de la destilación

ASPECTOS AMBIENTALES	
Emisiones atmosféricas	Emisiones atmosféricas de los productos destilados, si estos presentan elevada volatilidad y el sistema de refrigeración no es del todo eficiente Vapores de destilación no condensados y gases incondensables Vapor de agua de las torres de los sistemas de refrigeración cerrados Evaporación de COVs en las operaciones de limpieza con disolventes
Aguas residuales	Agua de refrigeración caliente de los circuitos de refrigeración abiertos Aguas con restos de productos químicos de las operaciones de limpieza hechas con agua o vapor
Residuos	Cabezas, colas de destilación (si se trabaja en continuo) o fondos de destilación (si se trabaja en discontinuo) con elevada carga orgánica Disolventes sucios de las operaciones de limpieza
Energía	Elevado consumo energético debido al calentamiento del líquido a destilar
Recursos	Elevado consumo de agua si se trabaja con circuitos de refrigeración abiertos

DECANTACIÓN: El procedimiento de decantación consiste en separar componentes que contienen diferentes fases (por ejemplo, 2 líquidos que no se mezclan, sólido y líquido, etc.) siempre y cuando exista una diferencia significativa entre las densidades de las fases. La separación se efectúa vertiendo la fase superior (menos densa) o la inferior (más densa).

Tabla 3.14. Aspectos ambientales de la decantación

ASPECTOS AMBIENTALES	
Emisiones atmosféricas	Evaporación de líquido, si éste es volátil
Aguas residuales	Si alguno de los líquidos a separar es un residuo no deseado

EXTRACCIÓN: Separación basada en la disolución de uno o varios componentes de una mezcla (líquida o que formen parte un sólido) en un disolvente selectivo. Se hace distinción entre la extracción sólido-líquido y la extracción líquido-líquido. En la extracción líquido-líquido es importante que los líquidos sean inmiscibles.

Las operaciones de extracción pueden generar dos tipos diferentes de efluentes, según si es la fracción orgánica o la acuosa, la que interesa en el proceso. Los principales aspectos ambientales de la extracción líquido-líquido son:

Tabla 3.15. Aspectos ambientales de la extracción

ASPECTOS AMBIENTALES	
Emisiones atmosféricas	Emisiones de COVs de los disolventes utilizados
Aguas residuales	Soluciones acuosas salinas Aguas con restos de disolventes orgánicos
Generación de residuos	Disolventes orgánicos sucios, con otros disolventes orgánicos disueltos Interfases acuosas con restos de disolventes orgánicos

LIXIVIACIÓN: Se denomina lixiviación a la extracción sólido-líquido donde el componente extraído del sólido es valioso.

Los principales aspectos ambientales de la lixiviación son:

Tabla 3.16. Aspectos ambientales de la lixiviación

ASPECTOS AMBIENTALES	
Emisiones atmosféricas	Emisiones de COVs de los disolventes utilizados
Aguas residuales	Líquido extractor una vez se ha separado el elemento deseado
Residuos	Sólido agotado

CRISTALIZACIÓN: Formación de partículas sólidas cristalinas en el seno de una fase homogénea, normalmente formación de sólidos cristalinos en el seno de soluciones líquidas sobresaturadas. Se utiliza para obtener el producto en el grado de pureza deseado.

Los principales aspectos ambientales de las centrifugas son:

Tabla 3.17. Aspectos ambientales de la cristalización

ASPECTOS AMBIENTALES	
Emisiones atmosféricas	Ruidos y vibraciones del equipo Emisiones de COVs de los disolventes utilizados
Generación de aguas residuales	Aguas madre del proceso Aguas de limpieza de los equipos
Energía	Elevado consumo energético

ABSORCIÓN: Consiste en poner un gas en contacto íntimo con un líquido para que este disuelva determinados componentes del gas. La operación contraria es la desorción (stripping), donde un gas disuelto en un líquido es arrastrado por un gas inerte.

Los principales aspectos ambientales de la absorción son:

Tabla 3.18. Aspectos ambientales de la absorción

ASPECTOS AMBIENTALES	
Emisiones atmosféricas	En el stripping gas inerte con elemento absorbido

ADSORCIÓN: Eliminación de algunos componentes de una fase fluida mediante un sólido que lo retiene. La adsorción es un fenómeno de superficie, solamente los sólidos con elevada superficie específica se consideran absorbentes de interés: Carbón activo, gel de sílice...

Los principales aspectos ambientales de la adsorción son:

Tabla 3.19. Aspectos ambientales de la adsorción

ASPECTOS AMBIENTALES	
Emisiones atmosféricas	Gases, vapor de agua o aire utilizado para la regeneración
Aguas residuales	Líquido
Residuos	Sólidos adsorbente colmatado (regeneración)

3.3.4.2. Acondicionamiento final

Las operaciones de acondicionamiento final están encaminadas a dar al producto final las condiciones de humedad, tamaño de partícula, presentación final, etc. requeridas. Las operaciones de acondicionamiento más comunes son las siguientes.

MOLIENDA: Operación cuyo objetivo es reducir el tamaño de los elementos en que se presenta un sólido, sometiendo a los trozos de material a esfuerzos de compresión, impacto, cortado, cizalladura y fricción.

MICRONIZACIÓN: Tipo de molienda a partir de la cual se obtiene un sólido muy fino.

Los aspectos ambientales asociados a la molienda y micronizado son:

Tabla 3.20. Aspectos ambientales de la molienda y el micronizado

ASPECTOS AMBIENTALES	
Emisiones atmosféricas	Ruidos y vibraciones del equipo Emisión de partículas
Aguas residuales	Aguas de limpieza de los equipos
Residuos	Restos de producto en los equipos

SECADO: Reducción del contenido de agua de un sólido, o en general de cualquier otro líquido.

ATOMIZACIÓN: Tipo de secado en el que la suspensión del sólido, en forma de partículas, se pone en contacto brusco con aire caliente a elevada temperatura, en un dispositivo de ciclón. El agua del sólido se vaporiza bruscamente, obteniéndose un sólido de elevada porosidad.

Los aspectos ambientales del secado y/o atomizado son:

Tabla 3.21. Aspectos ambientales de la atomización y el secado

ASPECTOS AMBIENTALES	
Emisiones atmosféricas	Ruidos y vibraciones del equipo Emisiones de COVs de los disolventes utilizados
Aguas residuales	Aguas de limpieza de los equipos
Residuos	Restos de producto en los equipos Disolventes orgánicos evaporados y posteriormente condensados
Energía	Elevado consumo energético

ENVASADO: La operación de envasado consiste en poner el producto en el recipiente más adecuado para su comercialización, transporte y uso. El tipo de envase y de operación de envasado dependerá de la naturaleza del producto, es decir, de si éste es sólido, líquido o gaseoso.

Los aspectos ambientales asociados a esta operación son:

Tabla 3.22. Aspectos ambientales del envasado

ASPECTOS AMBIENTALES	
Emisiones atmosféricas	Emisión de partículas Emisión de gases Emisiones de COVs de los disolventes utilizados
Aguas residuales	Aguas de limpieza de los equipos
Residuos	Restos de producto en los equipos
Energía	Elevado consumo energético, especialmente en operaciones de aceleración

3.4. LIMPIEZAS DE INSTALACIONES, EQUIPAMIENTOS Y CONDUCCIONES

El sistema de lavado en estas fabricaciones multipropósito debe garantizar la ausencia de restos del producto anteriormente fabricado antes de iniciar una nueva etapa. Algunos sectores, como el farmacéutico, deben tener especiales cuidados en que los residuos de sus productos activos no lleguen a influir en los productos siguientes, limitando, en general, la cantidad de producto remanente de un proceso a cifras inferiores a 10 partes por millón en el siguiente proceso, lo que requiere procedimientos de limpieza muy bien establecidos. La limpieza de instalaciones es por tanto una operación importante en este sector.

La limpieza de los reactores, centrifugas y tamices se realiza, utilizando agua, sosa, ácido clorhídrico, acetona, disolventes específicos y vapor, según los equipos o sustancias a limpiar. Se finaliza generalmente con agua para aclarar o, cuando se requiere sequedad del equipo, con un disolvente orgánico. Finalizada la limpieza, las aguas se envían a tratar en la unidad de tratamiento de aguas residuales de la propia planta.

Las operaciones de limpieza suelen tener los siguientes aspectos medioambientales asociados:

Tabla 3.23. Aspectos ambientales de las operaciones de limpieza

ASPECTOS AMBIENTALES	
Emisiones atmosféricas	Emisiones difusas de compuestos orgánicos volátiles, especialmente si se han usado disolventes en la limpieza
Aguas residuales	Aguas residuales con resto de productos y de agentes usados en la limpieza (detergentes, disolventes, etc.) Derrames
Residuos	Restos de producto sólido, de las limpiezas en seco Derrames

3.5. ACONDICIONAMIENTO DE AGUAS DE PROCESO

La mayor parte de las industrias químicas de proceso discontinuo requieren aplicar un tratamiento de acondicionamiento del agua que van a utilizar en sus procesos. Las Técnicas más comúnmente utilizadas son la descalcificación y/o desionización mediante el uso de resinas de intercambio iónico y la ósmosis inversa.

Las operaciones de a suelen tener los siguientes aspectos medioambientales asociados:

Tabla 3.24. Aspectos ambientales del acondicionamiento de agua

ASPECTOS AMBIENTALES	
Aguas residuales	Aguas residuales con alto contenido salino Derrames
Residuos	Membranas agotadas Residuos de envases de reactivos y aditivos
Energía	Consumo elevado de energía en función de las técnicas de acondicionamiento empleadas

3.6. SISTEMAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA, REFRIGERACIÓN, CALENTAMIENTO Y RECUPERACIÓN DE CALOR

La generación de energía es uno de los procesos auxiliares indispensables en la Industria Química.

Los combustibles más comúnmente empleados en la generación de energía son el gas-oil o fuel-oil y el gas natural, tanto para la generación de energía térmica (en forma de agua caliente o vapor) como para la energía eléctrica (en los equipos de refrigeración, funcionamiento de equipos, iluminación, ventilación, etc.). En algunos casos se lleva a cabo la generación in-situ de electricidad en instalaciones de cogeneración, que suelen usar gas natural como fuente de energía.

En la refrigeración de equipos, el agua suele ser el medio más ampliamente utilizado para enfriar fluidos y medios de reacción o formulación, a través de sistemas de intercambio de calor. Para el enfriamiento de agua se usan torres de refrigeración.

Por norma general los sistemas de refrigeración solo se adoptan cuando el calor residual ha sido minimizado y se han agotado todas las oportunidades de aprovechamiento energético.

En ocasiones se requieren temperaturas de enfriamiento por debajo de los cero grados, por ejemplo para controlar reacciones muy exotérmicas o para condensar compuestos muy volátiles. Para obtener temperaturas por debajo de cero se utiliza la refrigeración por compresor utilizando salmueras o glicoles enfriados y si es necesario obtener temperaturas por debajo de -40 °C se utiliza refrigeración por nitrógeno líquido.

El calentamiento, por su parte, se realiza mediante vapor/agua caliente, aceite térmico a través de intercambiadores de calor. Evidentemente para generar la fuente de calor se requiere una fuente de energía primaria, ya sea un combustible fósil para generar vapor en la caldera o energía eléctrica para calentar el aceite térmico. El calor residual sobrante de operaciones de calentamiento se aprovecha para el calentamiento de otras operaciones que requieran menos calor.

Como se ha dicho, los equipos más utilizados para llevar a cabo las operaciones de enfriamiento y calentamiento son los intercambiadores de calor. Estos equipos deben diseñarse, tanto desde el punto de vista de su eficiencia como ambiental, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Diseño adecuado para el intercambio de calor eficiente.
- Construcción apropiada para prevenir la contaminación del líquido de refrigeración por el fluido de proceso.
- Elección del material adecuado para la eficacia del traspaso térmico, para la resistencia a la corrosión en agua y a la corrosión debida al medio de proceso.
- Posibilidad de usar los dispositivos mecánicos de la limpieza.

Los aspectos medioambientales relacionados con estas operaciones son:

Tabla 3.25. Aspectos ambientales de las operaciones de generación de energía, enfriamiento y calentamiento

ASPECTOS AMBIENTALES	
Emisiones atmosféricas	Emisiones de gases refrigerantes, amoniaco, CFC's Emisiones de partículas Emisiones de gases de efecto invernadero Emisiones de SO ₂ , CO, CO ₂ de las calderas
Aguas residuales	Vertido de las aguas de refrigeración y de calderas, purgas
Residuos	Aceite térmico agotado
Energía	Elevado consumo energético para generar la fuente de calor y/o de frío
Recursos	Consumo de agua Consumo de combustibles fósiles no renovables para generar el calor y/o frío
Suelos	Depósitos enterrados de combustibles (fuel)

3.7. INSTALACIONES DE TRATAMIENTO Y DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

La gran mayoría de plantas del sector químico dispone de estaciones propias de tratamiento de aguas residuales a final de línea. Debido a la gran variedad de aguas residuales generadas por este sector, los tratamientos que reciben las aguas residuales en las empresas son muy variados en función de los contaminantes específicos que las aguas contengan.

En ocasiones la imposibilidad de tratamiento in-situ de determinados efluentes obliga a gestionarlos externamente como residuos.

Los aspectos ambientales asociados a la depuración de aguas son los siguientes:

Tabla 3.26. Aspectos ambientales de las instalaciones de tratamiento y depuración de aguas residuales

ASPECTOS AMBIENTALES	
Emisiones atmosféricas	Emisiones difusas de COVs
Aguas residuales	El propio efluente residual
Residuos	Generación de residuos sólidos o pastosos resultado de la propia depuración (lodos de depuradora)
Energía	Elevado consumo en función de la técnica de depuración empleada
Suelos	Derrames inadvertidos sobre suelos no pavimentados Vertidos de tanques, válvulas, bombas y tubos Desbordes ocasionados por lluvias torrenciales Fugas y escapes en depósitos enterrados

3.8. INSTALACIONES DE TRATAMIENTO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Las instalaciones de tratamiento de emisiones atmosféricas en las industrias del sector químico son muy variadas, en función de cual sea el compuesto o compuestos emitidos. Es bastante común la emisión de gases ácidos (ácido clorhídrico, ácido sulfhídrico...), alcalinos (amoníaco), compuestos orgánicos volátiles, partículas, etc. La tecnología aplicada variará por tanto de acuerdo con las características de la emisión.

Los aspectos ambientales asociados a las instalaciones de tratamiento de gases son también muy variados y podrían ser:

Tabla 3.27. Aspectos ambientales de las instalaciones de tratamiento de emisiones atmosféricas

ASPECTOS AMBIENTALES	
Emisiones atmosféricas	La propia emisión de gases y partículas
Aguas residuales	Aguas del lavado de gases
Residuos	Residuos sólidos de filtros de partículas
Energía	Consumo de energía
Recursos	Consumo de agua

3.9. ACONDICIONAMIENTO DE RESIDUOS

En la industria química se generan diversos tipos de residuos, sólidos, acuosos y disolventes agotados. No es muy frecuente que en las industrias del sector químico se realice un tratamiento in-situ de los residuos que se generan. En general se suelen gestionar externamente.

Sin embargo, en algunas ocasiones se realizan operaciones de gestión en la propia planta, como la incineración, con el consiguiente aprovechamiento energético. Este caso se aplica especialmente a residuos de elevado poder calorífico, como disolventes. La incineración y otras operaciones, como el secado térmico de algunos residuos para minimizar su volumen, y por tanto los costes de su gestión externa, producen algunos aspectos medioambientales a tener en cuenta:

Tabla 3.28. Aspectos ambientales del acondicionamiento de residuos

ASPECTOS AMBIENTALES	
Emisiones atmosféricas	Emisiones de compuestos orgánicos volátiles Emisiones de partículas Emisiones de gases
Aguas residuales	Derrames, limpieza de equipos Aguas de lavado de gases de la planta de incineración
Residuos	El propio residuo tratado
Energía	Consumo de energía
Suelos	Derrames inadvertidos sobre suelos no pavimentados Vertidos de tanques, válvulas, bombas y tubos Fugas y escapes en depósitos enterrados

3.10. CONSUMO DE AGUA

El agua suele ser el recurso de mayor consumo en la industria química. Las fuentes de obtención de este recurso son variadas y van desde la explotación de acuíferos (pozos) hasta el consumo directo de agua de red. Además, en muchos de los procesos de la industria química se incorpora agua en el producto final.

En la industria química, en general, el consumo de agua proviene de:

- Limpiezas.
- Refrigeración.
- El propio proceso (formulaciones o síntesis en medio acuoso).
- Equipos auxiliares: bombas de vacío de anillo líquido, condensadores de circuito abierto de agua, eyectores...
- Fabricación de productos en base acuosa (incorporación al producto final).

Los aspectos ambientales asociados al consumo de agua están relacionados con los impactos producidos por el propio consumo a los distintos medios hídricos explotados.

3.11. CONSUMO DE ENERGÍA

La mayor parte de las operaciones descritas en los apartados anteriores suponen un consumo de energía.

Sin embargo el mayor consumo energético se da en las operaciones que requieren temperaturas elevadas así como en las operaciones de refrigeración.

Los aspectos ambientales asociados al consumo de energía están relacionados con los impactos producidos por el propio consumo de los recursos energéticos no renovables utilizados.

4. GESTIÓN Y CONTROL DE LOS ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES Y TÉCNICAS APLICADAS

En el capítulo anterior se ha llevado a cabo una descripción de las distintas operaciones y etapas del proceso más comunes en el sector químico y se ha visto que cada una de estas operaciones genera unos impactos medioambientales, ya sea en forma de emisión a la atmósfera, de vertido de agua residual, de residuo o de consumo de recursos y energía.

En este capítulo analizaremos la manera en que las industrias del sector gestionan y controlan los impactos generados por cada uno de los aspectos medioambientales, así como las mejores técnicas disponibles aplicables (MTD's).

4.1. AGUAS RESIDUALES: GENERACIÓN Y GESTIÓN

En las industrias del sector químico se generan distintos flujos de agua residuales que provienen de distintas fuentes:

- Aguas de proceso.
- Scrubbers.
- Columnas desionizadoras o equipos para tratamientos específicos del agua (biocidas, cal, inhibidores corrosión,...).
- Lavados de filtros arrastrando restos de partículas sólidas.
- Desinfecciones o lavados de equipos.
- Lavados de infraestructura o de derrames.
- Colas de destilaciones.
- Bombas de vacío de anillo líquido.
- Aguas pluviales contaminadas y derrames.

La buena gestión de la generación de aguas residuales pasa, en primer lugar, por evitar o minimizar los vertidos y por canalizar en, la medida de lo posible, los derrames accidentales. Para ello, hay que resaltar que lo principal consiste en minimizar las fuentes que generan aguas residuales, reduciendo al máximo el consumo de agua e intentando optimizar la producción para evitar lavados.

Las aguas emitidas que realmente tienen elevada carga contaminante son un 10%-30% del total de aguas residuales. La carga contaminante del resto suele ser baja. Para reducir el impacto ambiental, una técnica de referencia para este sector es la segregación de las distintas corrientes con el fin de aplicar a cada una el tratamiento más adecuado. Se trata de implementar un tratamiento individualizado de cada corriente antes de un tratamiento centralizado del efluente común.

El tratamiento más común consiste en una homogenización y un tratamiento físico-químico y biológico, aunque a veces se requieren tratamientos específicos antes o después del tratamiento principal para eliminar determinados aspectos de las aguas residuales que no se destruyen durante su depuración. Así actividades biocidas de los productos o compuestos no biodegradables de las aguas deben tratarse específicamente antes de su entrada a la EDAR para que no afecten a la

biomasa de la depuradora. En otras ocasiones debe actuarse sobre las aguas ya tratadas en las depuradoras, en contaminantes tales como sales, color, DQO refractaria, etc.

Por tanto, para dar un tratamiento adecuado a las aguas residuales de la industria química es preciso:

- Segregar los flujos contaminados de aquéllos que no lo están.
- Caracterizar cada uno de los flujos segregados.
- Determinar la tecnología o tecnologías de tratamiento más adecuada para cada efluente.

En la siguiente tabla se indican cuales son las mejores tecnologías disponibles, más utilizadas en los tratamientos de aguas residuales y su aplicación más adecuada:

Tabla 4.1. Técnicas más utilizadas en los tratamientos de aguas residuales

TÉCNICA	APLICACIONES	OBSERVACIONES
Sedimentación	DQO sólida Sólidos en suspensión Metales pesados no disueltos Áridos	<ul style="list-style-type: none"> • Pretratamiento para separar sólidos en suspensión fácilmente decantables • Clarificación de las aguas de proceso de sólidos en suspensión o flóculos
Desbaste	Separación de sólidos gruesos	<ul style="list-style-type: none"> • Pretratamiento en el que se utilizan distintos equipos de desbaste de diferente paso de malla: rejillas, filtros rotativos, tamices estáticos...
Filtración	DQO no disuelta Sólidos en suspensión Metales pesados no disueltos	<ul style="list-style-type: none"> • Separación de sólidos más finos que la sedimentación • Peligro de colmatar los filtros si los sólidos son demasiado finos
Flotación	DQO no disuelta Sólidos en suspensión Metales pesados no disueltos Aceites y grasas	<ul style="list-style-type: none"> • Separación de aceites, grasas y sólidos flotantes • Pueden requerir aire inducido mediante cavitación para acelerar la flotación • En ocasiones puede requerirse la adición de reactivos químicos para (coagulantes y floculantes) para favorecer la flotación • Las materias separadas se pueden recuperar
Físico-Químico: Floculación coagulación y precipitación	DQO no disuelta o coagulable Sólidos en suspensión Metales pesados	<ul style="list-style-type: none"> • Precipitación de metales • Eliminación de la materia en suspensión mediante la adición de floculantes y coagulantes • Optimo para caudales grandes debido a su coste relativamente bajo • Los rendimientos en abatimiento de sólidos en suspensión pueden superar el 90%, mientras que en el abatimiento de DQO los resultados son más discretos pues sólo se elimina la insoluble • En ocasiones el coste de explotación es elevado debido al consumo de reactivos

TÉCNICA	APLICACIONES	OBSERVACIONES
Microfiltración / Ultrafiltración	Dispersiones de sólidos Emulsiones Pequeñas concentraciones de sólidos en suspensión DQO no disuelta	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para separar hasta partículas coloidales • Permite la reutilización del agua permeada y el residuo generado es muy bajo (menor al 5%) • Hay que seleccionar bien las membranas, según el agua a tratar • El rendimiento en eliminación de sólidos en suspensión es prácticamente del 100%, mientras que la DQO no disuelta permanece invariable
Oxidación química avanzada (peróxidos, fenton, ozonización,...)	DQO DQO refractaria AOX Fenoles Compuestos con actividad	<ul style="list-style-type: none"> • Gran capacidad de eliminación de contaminantes mediante H₂O₂ + Sales de hierro o UV, O₃, O₃ + UV, Cl₂, ClO₂, OCl-, agua supercrítica, O₂, etc. • En algunos casos las condiciones de reacción son extremas • Capaces de eliminar DQO refractaria
Nanofiltración / Osmosis inversa	DQO DQO refractaria AOX Fenoles Compuestos con actividad Sales	<ul style="list-style-type: none"> • Separación de los iones por permeación a través de membrana • Requieren, en general de una microfiltración previa • Permite la reutilización del agua de salida • El rechazo es bastante elevado (> al 30%), por lo que se genera un residuo que debe gestionarse adecuadamente • Presiones de trabajo y consumo energético elevados
Adsorción en carbón activo	DQO DQO refractaria AOX COVs Compuestos con actividad	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para eliminar olores, color, compuestos no biodegradables y tóxicos • Es una buena técnica de afino pero es cara para eliminar grandes concentraciones de carga contaminante
Intercambio iónico	Compuestos iónicos Metales	<ul style="list-style-type: none"> • Sustitución de los iones contaminantes en las resinas • La regeneración de las resinas genera un flujo residual con elevada carga en sales
Extracción	DQO DQO refractaria AOX	<ul style="list-style-type: none"> • Transferencia de un contaminante a un disolvente con posibilidad de recuperarlo
Destilación / rectificación	DQO DQO refractaria AOX COVs	<ul style="list-style-type: none"> • Transferencia de los contaminantes volátiles a la fase vapor: debe preverse la condensación o tratamiento de los volátiles • Uso restringido según las características de las aguas • El consumo energético es elevado
Evaporación al vacío	Metales DQO no volátil Sales	<ul style="list-style-type: none"> • Evaporación del agua para concentrar el residuo: no elimina el residuo pero reduce su volumen entre 4 y 20 veces, según el efluente • Permite, en muchas ocasiones reutilizar el destilado • Se aplica a caudales pequeños, de hasta 100 m³/día
Stripping	COVs AOX Amoniaco	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación de volátiles orgánicos e inorgánicos por transferencia a la fase gas mediante difusión de aire • Esta técnica debe realizarse de manera que los contaminantes arrastrados por el aire puedan ser tratados adecuadamente

TÉCNICA	APLICACIONES	OBSERVACIONES
Biológico anaeróbico	DBO DQO AOX biodegradables Nitrógeno total Sulfatos	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación de DBO por microorganismos sin oxígeno • Proceso muy sensible a posibles cambios • Reducción de sulfatos a sulfuros vía sulfitos • Posibilidad de recuperación energética por combustión del biogás generado • Adecuado para caudales elevados • Las instalaciones son complejas y muy caras
Biológico aeróbico	DBO DQO AOX biodegradables Fósforo y fosfatos	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación de la DBO por microorganismos en presencia de oxígeno • Muy adecuado para eliminar compuestos biodegradables • Su rango de aplicación en cuanto a caudales es muy amplio • Sensible al vertido de tóxicos
Bioreactor de membranas (MBR)	DBO DQO AOX biodegradables Fósforo y fosfatos	<ul style="list-style-type: none"> • Combina las tecnologías de oxidación biológica y la filtración por membranas • Respecto al tratamiento biológico convencional supone un incremento de rendimiento pues permite multiplicar por 5 la capacidad biomasa del reactor biológico (hasta 20 g/L) • El rendimiento en abatimiento de sólidos en suspensión es equivalente al de la micro/ultrafiltración • Las instalaciones son mucho más compactas que las de un biológico convencional pues elimina la etapa de decantación • Permite la reutilización del agua • Eliminación de la DBO por microorganismos en presencia de oxígeno • Muy adecuado para eliminar compuestos biodegradables • Su rango de aplicación en cuanto a caudales es muy amplio • Sensible al vertido de tóxicos
Nitrificación / desnitrificación	Nitrógeno total Amoníaco	<ul style="list-style-type: none"> • Es una etapa complementaria a un sistema biológico, que se emplea para eliminar amonio • Destrucción de compuestos nitrogenados mediante microorganismos específicos
Tratamiento físico-químico y segregación de corrientes salinas y descarga directa al mar	Corrientes con alta concentración salina: Cl ⁻ > 2500 mg/l Conductividad > 6000 μS/cm Sulfatos > 1000 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> • Es una técnica adecuada siempre que sea posible por situación geográfica y por compatibilidad de la carga contaminante con el medio receptor. Especialmente indicada para salmueras, rechazos de ósmosis y otras corrientes salinas con baja presencia de otros contaminantes • Mejor funcionamiento de las EDAR por disminución de las sales
Recuperación de corrientes ácidas y álcalis	Corrientes ácidas o alcalinas	<ul style="list-style-type: none"> • Se reciclan por recogida en Scrubbers si son gases y evacuado de las aguas cuando llegan a proximidad de su saturación, o por recogida selectiva • En ocasiones su pureza permite su comercialización como soluciones de diversas concentraciones • Reutilización en otros procesos para realizar ajustes de pH • Evita la aparición de sales en las aguas residuales

4.2. EMISIONES ATMOSFÉRICAS: GENERACIÓN Y GESTIÓN

En los procesos y operaciones del sector químico se producen emisiones de gases, compuestos volátiles y partículas tanto de forma difusa como canalizada. Por tanto, las empresas del sector químico tienen que considerar:

- La intervención de diferentes contaminantes orgánicos volátiles y de óxidos de nitrógeno en el ciclo de los oxidantes fotoquímicos. Este proceso contribuye decisivamente a la formación y mantenimiento de unos niveles de ozono troposférico significativos (smog fotoquímico).
- La capacidad de participación de ciertos contaminantes orgánicos en relación con los procesos de reducción de la capa de ozono estratosférica.
- La constatación de la toxicidad aguda o crónica de diferentes especies contaminantes (como son los bifenilos policlorados (PCB's), dioxinas, los hidrocarburos aromáticos policíclicos, el benceno, los peroxoacilanitratos (PAN), los nitrilos, los clorobencenos, la acroleína, etc.).
- Los olores, COVs sin toxicidad, pero con un umbral de detección muy bajo, como los mercaptanos y que en algún subsector como el de fragancias y aromas puede ser muy importante.
- Incremento de la concentración de gases de efecto invernadero (CO₂, CFC's, metano y ozono) responsables del calentamiento global del planeta y del cambio climático.
- Emisión de óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre que en reacción con el vapor de agua de la atmósfera generan los ácidos responsables de la lluvia ácida.
- Emisión de CFC's responsables de la destrucción de la capa de ozono estratosférica que protege de las radiaciones ultravioletas solares.
- Emisión de partículas formando aerosoles que podrían ser contaminantes o peligrosos.

La buena gestión de las emisiones pasa, en primer lugar, por evitar o minimizar las emisiones y por canalizar en, la medida de lo posible, las emisiones difusas.

La primera medida para minimizar las emisiones a la atmósfera es realizar una buena caracterización de las emisiones. Esto implica determinar los caudales de las diferentes corrientes con su máximo, su mínimo y su caudal medio, así como su periodicidad y frecuencia. Otro factor importante es determinar los contaminantes contenidos en estas emisiones, la temperatura, la humedad, presencia de polvo, etc. y relacionar todos estos parámetros con los diferentes procesos que se realicen en la empresa. Todo ello permitirá la elección de la mejor tecnología, o secuencia de tecnologías, para reducir las emisiones.

Respecto a la emisión de partículas, relevantes en las operaciones de molienda, micronizado, envasado, etc. se utilizan sistemas de contención interna de las partículas que minimizan o evitan totalmente su emisión. De esta forma, en ocasiones, es posible aprovechar y reprocessar substancias de valor añadido.

Por tanto se utilizan sistemas y equipos cerrados con venteos controlados, sistemas de transporte neumático por vacío o presión de aire desde los silos o secaderos, filtrando el aire de los sistemas de transporte neumático. El molido, micronizado, el envasado o cualquier otra operación que produce gran cantidad de polvo, se realiza con sistemas prácticamente cerrados y en locales con aire filtrado. En el caso de principios activos farmacéuticos y biocidas, se utilizan filtros absolutos, filtros HEPA, especialmente diseñados para contener e inactivar este tipo de productos.

En el siguiente cuadro se indican las mejores tecnologías disponibles para el tratamiento de gases y partículas y su aplicación a distintos contaminantes:

Tabla 4.2. Técnicas para tratar emisiones atmosféricas

TÉCNICA	APLICACIONES	OBSERVACIONES
Separadores	Partículas orgánicas e inorgánicas secas o húmedas.	<ul style="list-style-type: none"> Separación por gravedad aplicable sólo como pretratamiento
Ciclones	Buena capacidad para llegar hasta PM ₁₀ e incluso PM ₅	<ul style="list-style-type: none"> Separación por gravedad y fuerza centrífuga Económico y efectivo Separación en condiciones secas y húmedas
Filtro electrostático (ESP)	Excelente rendimiento para polvo hasta PM _{2,5} Mezclas inflamables Nieblas ácidas	<ul style="list-style-type: none"> Separación por campo eléctrico Grandes volúmenes de operación Costes elevados
Filtro de mangas	Polvo hasta < PM _{2,5}	<ul style="list-style-type: none"> Filtro de tela Limitado por la temperatura del gas y la abrasividad de las partículas
Filtros HEPA	Capacidad para eliminar partículas submicrónicas entre PM _{0,12} i PM _{0,3}	<ul style="list-style-type: none"> Filtros de fibra de vidrio con elevada densidad Obligatorios en algunos sectores
Membranas	COV	<ul style="list-style-type: none"> Membranas selectivas que permiten la permeación de determinados compuestos. Permite la recuperación del 99% del disolvente, que puede recuperarse por condensación La corriente gaseosa debe estar ausente de polvo
Absorción con o sin reacción química: Scrubber	< PM _{2,5} Compuestos inorgánicos NH ₃ HCl HF H ₂ S SO _x COV	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de absorción a contracorriente en el que se transfiere el contaminante de la fase gas a la fase líquida en una columna de relleno. La presencia del relleno el contacto eficiente entre el gas contaminado y la disolución lavadora Los contaminantes eliminados están en función de la solución utilizada Permite la recuperación del contaminante absorbido Es eficiente para gases inorgánicos, mientras que su eficiencia para los COVs es limitada
Adsorción: carbón activo, zeolitas, alúmina...	COV Olores Dioxinas H ₂ S Hg	<ul style="list-style-type: none"> Eliminación de compuestos tóxicos y peligrosos. Útil para caudales bajos y concentraciones bajas de COVs, exentas de polvo Se aplica para tratar emisiones de las plantas depuradoras o en emisiones puntuales, como en la carga de depósitos El adsorbente puede regenerarse, mediante vapor o nitrógeno
Condensación y criocondensación	COV	<ul style="list-style-type: none"> Licuación por refrigeración de compuestos volátiles Según la temperatura los fluidos refrigerantes van desde agua hasta nitrógeno líquido. Se aplica a caudales pequeños y muy concentrados Permite la valorización de los disolventes condensados

TÉCNICA	APLICACIONES	OBSERVACIONES
Tratamientos biológicos: biofiltros, bioscrubbing	NH ₃ H ₂ S Compuestos orgánicos Olores Compuestos inorgánicos	<ul style="list-style-type: none"> Degradación biológica de compuestos en bajas concentraciones. Requiere que el flujo a tratar sea regular y de composición homogénea. El rendimiento se mueve entre el 70 al 95%, si bien hay que señalar que sólo es útil para sustancias biodegradables, por lo que no es aplicable para COVs halogenados
Oxidación térmica	COV Compuestos orgánicos Sustancias tóxicas	<ul style="list-style-type: none"> Es de oxidación por combustión de compuestos orgánicos. Tiene una eficiencia superior al 99% en abatimiento de COV, por lo que se aplica a flujos de alta concentración de dichos compuestos. La temperatura de trabajo es de unos 850°C, si bien, en los casos de presencia de disolventes halogenados, se requieren 1000°C para evitar la formación de PCDDs y PCDFs Existe la posibilidad de recuperar calor
Oxidación catalítica	COV Compuestos orgánicos Sustancias tóxicas Olores	<ul style="list-style-type: none"> Oxidación de compuestos orgánicos temperatura relativamente baja (400°C) en presencia un catalizador. La eficacia en eliminación de COV's es superior al 98% Debido a trabajar a menor temperatura, el consumo energético es inferior al de la oxidación térmica y el riesgo de formación de sustancias indeseables (CO, NO_x, dioxinas...) es menor. Sin embargo ha de tenerse en cuenta el coste del sustitución del catalizador
Reducción selectiva catalítica	NO _x	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de NO_x a N₂ con amoníaco y lechos catalíticos de Pt, Va-Ti (WO₃) o zeolitas+ Fe, Cu
Reducción selectiva no catalítica	NO _x	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de NO_x a N₂ con amoníaco o urea
Incineración	COV	<ul style="list-style-type: none"> Uso como combustible de ciertos compuestos orgánicos. Permite el ahorro de otros combustibles y una recuperación energética y la producción de electricidad o vapor

4.3. RUIDO Y VIBRACIONES

La mayoría de industrias del sector químico no destacan por una gran generación de emisiones acústicas hacia el exterior ya que la mayoría de operaciones que generan ruido importante, como la molienda, el centrifugado, etc. se llevan a cabo en el interior de las instalaciones y, en muchas ocasiones, en zonas aisladas. Estas emisiones sí constituyen un impacto desde el punto de vista de la salud e higiene laboral, por lo que se deberán establecer las medidas de protección necesarias para el personal de operación.

Sin embargo podemos encontrar algunos focos de emisión de ruido hacia el exterior bastante comunes en la industria química, como son los compresores, las torres de refrigeración, y los sistemas de ventilación/extracción de las naves de producción, los sistemas de depuración de emisiones, las depuradoras de aguas residuales, etc. Estos focos, en función de la cercanía a núcleos urbanos y zonas habitadas, pueden constituir un problema de emisión de ruido.

Otro foco, difuso, es el ruido provocado por el tráfico de camiones, tanto en la recepción de materias primas como en la salida de producto acabado, ya que el tráfico continuo de camiones puede provocar niveles altos de contaminación acústica.

Así, el ruido puede suponer un aspecto significativo en determinadas instalaciones químicas que se encuentran en zonas próximas a zonas habitadas.

Como medidas preventivas se destaca:

- El aislamiento acústico y de las vibraciones de los equipos.
- La realización de controles de los niveles de ruido alrededor del recinto.
- Instalación de pantallas acústicas y barreras vegetales.
- La realización de controles de nivel de ruido en el interior del establecimiento.
- No programar operaciones causantes de ruido en horario nocturno.

4.4. RESIDUOS: GENERACIÓN Y GESTIÓN

Los residuos que se generan en la industria química pueden estar en estado sólido o líquido, pudiendo ser este último acuoso o no acuoso (disolventes residuales y aceites).

Se generan residuos sólidos en muchas secciones de la planta, desde el almacén hasta los talleres, pasando por el propio proceso productivo. Su naturaleza es muy variada y va desde materiales de embalaje, envases, restos de producto químico (de almacén, de producción, de laboratorio), lodos de depuradora, residuos del acondicionamiento de las aguas de uso (resinas de intercambio, por ejemplo) trapos sucios, inertes, asimilables a domésticos, etc.

Los líquidos acuosos que se gestionan como residuos suelen tener una naturaleza que impide su tratamiento en la instalación convencional de tratamiento de aguas residuales existente en la planta. Se trata, pues, tanto de aguas con una carga orgánica muy elevada que superaría la capacidad del tratamiento actual, con una carga no biodegradable, tóxicas, con un elevado contenido en sales, etc. Su procedencia va desde la formulación o síntesis (aguas madre), operaciones como la centrifugación, algunas limpiezas, fluidos refrigerantes...

Los disolventes residuales provienen tanto de operaciones de producción, como la propia formulación o síntesis, el centrifugado, el secado de productos y posterior condensado del disolvente... Suelen, por tanto, ser disolventes agotados.

Los residuos suelen gestionarse de diversas formas:

- Valorización interna.
- Valorización externa.
- Tratamiento interno.
- Tratamiento externo.

Los ejemplos de valorización, ya sea interna o externa, van desde la recuperación de envases, el reciclado de los disolventes, de los aceites de taller y la chatarra, la regeneración de catalizadores usados, la recuperación de aguas de limpieza mediante técnicas de filtración por membrana.

Los tratamientos in-situ de residuos suelen ser técnicas que buscan la reducción de su volumen, con el consiguiente ahorro en los costes de gestión. Como ejemplo de estas tecnologías destacan el secado térmico de residuos sólidos con elevado contenido en agua (fangos de depuradora, por

ejemplo) y las tecnologías concentrativas aplicadas a residuos acuosos (ósmosis, evaporación al vacío).

En otras ocasiones el residuo se trata externamente, aplicando el tratamiento más adecuado en cada caso. La gestión externa de residuos, incluido su transporte, se debe llevar a cabo con transportistas y gestores homologados por la administración.

En la tabla siguiente se resumen las distintas vías de gestión, de acuerdo con la naturaleza del residuo:

Tabla 4.3. Gestión de residuos según su naturaleza

RESIDUO	LUGAR DE GENERACIÓN	MÉTODO DE GESTIÓN
Residuos de ácidos y bases inorgánicos (por ejemplo: ácido sulfúrico, clorhídrico, nítrico, hidróxido cálcico, hidróxido de sodio)	Diversos procesos de fabricación y formulación	<ul style="list-style-type: none"> • Valorización: Regeneración y reciclado de ácidos y bases • Tratamiento físico-químico • Recuperación del ácido mediante la filtración con membrana • Minimización del residuo mediante la aplicación de evaporación al vacío
Residuos de sales y soluciones salinas sin contenido de metales pesados (sulfatos, cloruros, nitratos, etc.)	Aguas madres de procesos. Regeneración de resinas de intercambio Rechazos de osmosis	<ul style="list-style-type: none"> • Valorización: Regeneración de las sales inorgánicas por evaporación, secado, lavado y purificación • Recuperación de las bases mediante la filtración con membrana • Minimización del residuo mediante la aplicación de evaporación al vacío • Deposition controlada en vertedero de la sal sólida estabilizada
Residuos de sales y soluciones salinas que contienen metales pesados	Aguas madres de procesos Regeneración de resinas de intercambio Rechazos de osmosis	<ul style="list-style-type: none"> • Valorización: Reciclaje y recuperación de metales por electrodeposición o precipitación físico-química. Regeneración de las sales inorgánicas por evaporación, secado, lavado y purificación • Deposition controlada en vertedero de la sal sólida previa estabilización • Minimización del residuo mediante aplicación de tecnologías concentrativas, como la evaporación al vacío o la filtración con membrana
Aguas madre y aguas de limpiezas. (aguas con contenidos de sales, tensioactivos, sustancias orgánicas)	Procesos de fabricación, reacción y formulación Limpieza de equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Valorización: Recuperación de tensioactivos mediante la aplicación de tecnologías de filtración con membrana • Minimización del residuo mediante la aplicación de evaporación al vacío • Tratamiento físico-químico y biológico
Disolventes no halogenados	Licores madres de fabricación, reacción y formulación Colas de destilación Limpieza y desengrase de equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Valorización: Regeneración, recuperación y reutilización de disolventes mediante tecnologías de rectificación y destilación • Valorización energética: utilización como combustible cuando sea posible • Incineración de residuos de disolventes

RESIDUO	LUGAR DE GENERACIÓN	MÉTODO DE GESTIÓN
Disolventes halogenados	Licores madres de fabricación, reacción y formulación Colas de destilación Limpieza y desengrase de equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Valorización: Regeneración, recuperación y reutilización de disolventes mediante tecnologías de rectificación y destilación • Incineración de residuos de disolventes halogenados
Aceites y lubricantes, minerales o sintéticos, clorados	Talleres, procesos de mantenimiento, motores y equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Valorización: Regeneración externa de aceites • Incineración de residuos de aceites halogenados
Aceites y lubricantes, minerales o sintéticos, no clorados	Talleres, procesos de mantenimiento, motores y equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Valorización: Regeneración externa de aceites • Incineración de residuos de aceites
Tortas de filtración, sustancias absorbentes y trapos de limpieza (con contenido de compuestos halogenados o no halogenados)	Procesos de filtración y separación	<ul style="list-style-type: none"> • Valorización: Regeneración de productos absorbentes • Estabilización y deposición controlada de las tortas y absorbentes • Incineración
Catalizadores que contienen Ag, Au, Pd, Pt, etc.	Procesos de reacción, oxidación catalítica de emisiones gaseosas	<ul style="list-style-type: none"> • Valorización: Recuperación de catalizadores • Recuperación y reciclaje de metales • Estabilización y disposición en vertedero controlado
Catalizadores que contienen metales de transición peligrosos y otras sustancias peligrosas	Procesos de reacción, oxidación catalítica de emisiones gaseosas	<ul style="list-style-type: none"> • Valorización: Recuperación de catalizadores • Recuperación y reciclaje de metales • Estabilización y disposición en vertedero controlado
Catalizadores que contienen ácido fosfórico	Reacciones de síntesis orgánicas	<ul style="list-style-type: none"> • Valorización: Recuperación de catalizadores • Recuperación del ácido mediante tecnologías separativas de membrana
Producto no conforme (materia prima, producto final, semielaborado)	Almacén, proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Valorización interna: Reciclaje • Estabilización y deposición en vertedero controlado
Resinas de intercambio iónico	Adecuación de aguas de proceso Tratamiento de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> • Valorización: Reciclaje de resinas usadas • Estabilización y deposición en vertedero controlado • Incineración
Carbón activo	Adecuación de aguas de proceso Tratamiento de aguas residuales Tratamiento de gases residuales	<ul style="list-style-type: none"> • Valorización: Regeneración y reciclaje de carbón activo usado, mediante un proceso de desorción • Estabilización y deposición en vertedero controlado • Incineración

RESIDUO	LUGAR DE GENERACIÓN	MÉTODO DE GESTIÓN
Lodos del tratamiento de efluentes	Tratamiento de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> • Minimización mediante secado térmico de lodos para reducir el volumen del residuo • Valorización externa: uso agrícola de fangos compostables • Deposición en vertedero controlado
Palets de madera, envases de plástico, envases metálicos, vidrio, papel y cartón	Almacén, proceso, envasado, devoluciones	<ul style="list-style-type: none"> • Valorización interna o externa de envases • Reciclaje y reutilización de los materiales: madera, plástico, metal, vidrio, cartón, papel, etc • Deposición en vertedero controlado
Envases de sustancias peligrosas	Almacén, proceso, envasado, devoluciones	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperación, regeneración y reutilización de envases previo lavado de contenido • Deposición en vertedero controlado, • Incineración
Cables eléctricos, chatarra	Talleres, mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Reciclaje y recuperación de metales • Deposición en vertedero controlado
Pilas, baterías, acumuladores, etc.	Talleres, mantenimiento, oficinas	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperación de baterías, pilas, etc. en un gestor autorizado • Estabilización y deposición en vertedero controlado
Toners y cartuchos de tinta	Oficinas	<ul style="list-style-type: none"> • Reciclaje de toners a través de gestor autorizado • Estabilización y deposición en vertedero controlado
Residuos de alimentos	Cocinas, comedores	<ul style="list-style-type: none"> • Compostaje • Deposición en vertedero
Escombros	Demoliciones, obras de construcción	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización para el relleno de terrenos • Deposición en vertedero controlado

4.5. CONTAMINACIÓN DEL SUELO: GENERACIÓN Y GESTIÓN

Las instalaciones del sector químico tienen, en muchos casos, instalaciones adecuadas para la contención de derrames en carga de tanques, lavado de zonas de fabricación y otros vertidos incontrolados o fruto de lavado por lluvia o aguas contra incendio. Estas instalaciones son de diverso tipo:

- Base de asfalto o hormigón con capas de material impermeable sellado o pinturas impermeables.
- Cubetos de retención en el parque de tanques.
- Rejillas perimetrales a zonas de riesgo de derrame, con desagües a depuradora.
- Cierres de obra y peraltes que impiden la salida de líquidos en suelos impermeabilizados con revestimientos adecuados a los líquidos susceptibles de derrame.
- Balsas de retención de aguas contra incendio y lluvias torrenciales.

A pesar de que las empresas tienen instalaciones para prevenir la contaminación del suelo, si se determinase que ha habido contaminación la empresa deberá proceder a su descontaminación.

Existen una serie de métodos de tratamiento o técnicas disponibles de descontaminación aplicables a distintos contaminantes, que se indican en la siguiente tabla:

Tabla 4.4. Técnicas para tratar suelos contaminados

TÉCNICA	APLICACIONES	OBSERVACIONES
Stripping	COVs	<ul style="list-style-type: none"> Técnicas de extracción por fluidos con aire o aire y vapor
Lavado	Contaminantes solubles en agua	<ul style="list-style-type: none"> Técnicas de extracción por fluidos con agua
Tratamiento químico	Compuestos orgánicos y organoclorados	<ul style="list-style-type: none"> Técnica oxidativa que emplea O₂ y H₂O₂
Tratamiento electroquímico	Metales pesados (Cu, Pb, Zn, As, etc.) y compuestos orgánicos	<ul style="list-style-type: none"> Introducción de electrodos en el suelo para crear campos eléctricos que favorezcan el movimiento de los contaminantes
Biorremediación	Contaminantes orgánicos PBC's, organohalogenados Hidrocarburos	<ul style="list-style-type: none"> Son técnicas microbiológicas en condiciones aeróbicas y anaeróbicas
Fitoremediación	Metales pesados (Cu, Pb, Ni, Zn...)	<ul style="list-style-type: none"> Utilización de vegetales fijadores para la estabilización, acumulación o extracción de los metales pesados
Incineración	Hidrocarburos poliaromáticos, PBCs, clorofenoles...	<ul style="list-style-type: none"> Técnicas de tratamiento térmico a alta temperatura (1000 °C)
Desorción térmica	COVs, metales volátiles (Hg)	<ul style="list-style-type: none"> Técnicas de tratamiento térmico a temperaturas entre 250- 550 °C
Técnicas de aislamiento	Suelos muy contaminados en casos extremos	<ul style="list-style-type: none"> Sellado, encapsulado, aislado con impermeabilizantes, vitrificación del suelo, etc.

4.6. CONSUMO DE AGUA: GENERACIÓN Y GESTIÓN

Ya se han visto anteriormente en el apartado 3.10 cuáles son las fuentes más relevantes en el consumo y utilización de agua en una planta química (limpiezas, refrigeración, el propio proceso, equipos auxiliares e incluso para el producto en sí). Normalmente, en la mayoría de industrias se lleva un control del consumo general del agua, ya sea mediante las lecturas de los contadores de la compañía suministradora y/o de los propios contadores, si se extrae agua directamente de un pozo.

Aparte del control cuantitativo del agua consumida es de gran importancia llevar un control cualitativo de los parámetros del agua, tanto antes de su utilización en los procesos como en su reutilización (en proceso, limpiezas, etc.) o vertido residual.

En ocasiones se mide también el consumo concreto en operaciones proceso y limpiezas, lo que permite identificar los puntos de mayor consumo y proponer medidas de ahorro. En este sentido, una de las técnicas para gestionar este consumo en las operaciones de limpieza, sería la optimización de las técnicas y sistemas de limpieza y la reutilización del agua usada una vez acondicionada mediante

filtración. Por su parte, las aguas no reutilizables provenientes de procesos y de limpiezas son encaminadas hacia la depuradora.

Cabe resaltar, también, los casos en los que los sistemas de refrigeración no trabajen en circuito cerrado, lo que supone un elevado consumo de agua, por lo que es recomendable su trabajar en circuito cerrado para disminuir dicho consumo.

4.7. CONSUMO DE ENERGÍA: GENERACIÓN Y GESTIÓN

El principal consumo energético en las industrias del sector químico suele ser el que se precisa en las calderas de generación de vapor y agua caliente. Otros consumos relevantes de energía se son:

- Generación de frío.
- Calentamiento de fluidos térmicos.
- Generación de vapor y agua caliente.
- Generación de vacío.
- Consumo de motores, bombas, agitadores, molinos, centrifugas, etc.
- Alumbrado, calefacción, ...

Para controlar y gestionar adecuadamente el consumo de energía, en las instalaciones en general se pueden llevar a cabo las siguientes medidas:

- Diseñar las instalaciones y equipos de manera eficiente energéticamente y usar fuentes de energía renovables.
- Adquirir maquinaria eficiente energéticamente.
- Aprovechar al máximo la calefacción, la iluminación y la ventilación natural.
- Promover el uso racional de la energía, apagando los equipos, luces, máquinas etc. que no estén en uso.
- Minimizar las pérdidas de calor o frío en las áreas de trabajo y en los equipos (refrigeración, calderas, tuberías, reactores, etc.).
- Aislar todas las conducciones y equipos que trabajen con vapor, agua caliente o fluidos de enfriamiento.
- Implantar sistemas automáticos de control y medida que permitan registrar el consumo de energía en distintos equipos para poder establecer medidas de reducción del consumo.
- Estudiar la posibilidad de recuperar calor, ya sea a partir de gases calientes, vapor o agua caliente.
- Sustituir los combustibles como el fuel y el gas oil por gas natural. La combustión del gas, es la más limpia de todas las procedentes de los combustibles fósiles, ya que produce un 40% menos de dióxido de carbono que la combustión del carbón y 25% menos que los productos derivados del petróleo, además no emite partículas sólidas ni cenizas y las emisiones de óxidos de nitrógeno también son menores que las de los otros combustibles fósiles.
- Estudiar la instalación de una planta de cogeneración para producir energía eléctrica.

Ya se ha comentado que las calderas de generación de vapor y agua caliente son uno de los equipos que requieren un mayor consumo de energía. Por tanto se exponen a continuación algunas recomendaciones generales para lograr su máxima eficiencia:

- La recuperación y recirculación de los condensados de la corriente de vapor constituye un gran ahorro energético en una planta química. Los condensados también se pueden usar como agua caliente, requerida en el proceso o para revaporizarla.
- Con respecto a las calderas un buen dimensionado de la misma implica reducir pérdidas térmicas.
- Controlar el oxígeno para una buena llevar a cabo una combustión. Para ello, se ha de ajustar la mezcla de aire (O_2) en la combustión del combustible. Es importante la sustitución de combustibles sólidos (carbón) y líquidos (fuel, gas-oil) por gas natural como buena práctica ambiental en la generación de energía.
- Realizar las purgas necesarias para evitar el incremento excesivo de la concentración de sales y la formación de incrustaciones que impiden el buen intercambio de calor.
- Realizar un tratamiento del agua de entrada, eliminando sólidos no disueltos y iones como el calcio para evitar deposiciones y ensuciamientos de tuberías.
- Usar agua precalentada procedente del enfriamiento de productos más calientes como agua de entrada.
- Recuperar del calor de los humos de combustión.

5. OPORTUNIDADES DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN (OPC)

La mejor vía para la reducción de las emisiones, vertidos y residuos en general en la industria es su prevención en origen. La aplicación de técnicas de prevención de la contaminación mejora la eficiencia de los procesos e incrementa los beneficios a la vez que minimiza el impacto ambiental de la actividad. La minimización en origen puede hacerse de varias formas, ya sea reduciendo las entradas de materias primas y auxiliares, rediseñando el proceso, reutilizando productos secundarios, mejorando la gestión, reutilizando recursos como el agua, incrementando la eficiencia energética, substituyendo productos tóxicos y peligrosos por otros más benignos, etc.

Por tanto, la primera consideración como medida principal del plan de mejora ambiental es la prevención en origen de la contaminación, la cual agrupa las necesidades organizativas, operativas y tecnológicas que son requeridas para disminuir la cantidad o peligrosidad de las corrientes residuales asociadas al proceso productivo mediante la reducción o reciclaje en origen. Por lo que se dice que los principios generales de las Buenas prácticas ambientales se basan en las tres R:

- Reducir: Evitar que se genere el impacto ambiental.
- Recuperar: Reutilizar siempre que sea posible.
- Reciclar: Someter un material usado a un proceso para que se pueda volver a utilizar.

Finalmente, se debe dar el tratamiento adecuado a los aspectos ambientales finalmente generados.

El uso de técnicas de prevención de la contaminación tiene muchas ventajas respecto a las soluciones a final de línea, es decir, la aplicación de las tecnologías de tratamiento final. En la siguiente lista se enumeran una serie de beneficios, directos e indirectos, de la prevención:

Beneficios directos:

- Reducción de los costes de tratamiento interno y de gestión externa de corrientes residuales.
- Reducción de los costes de producción debido a la mejora en el rendimiento y eficiencia del proceso.
- Ahorro debido a la reutilización de productos y recursos.
- Reducción de los costes derivados del incumplimiento de límites legales de emisión.
- Reducción de emisiones secundarias, por ejemplo en las instalaciones de tratamiento.
- Penetrar en mercados exigentes en producción ambientalmente limpia, vetados hasta el momento.
- Minimización del impacto ambiental.
- Aportación de un componente pedagógico importante que ejerce un efecto substancial en la concienciación de los trabajadores.
- Aumento de la seguridad en la planta en relación con la protección medioambiental.

Beneficios indirectos:

- Reducir la probabilidad de futuros costes relacionados con:

- Reparación.
- Responsabilidades legales.
- Cumplimiento de regulaciones futuras.
- Mejorar la relación y la imagen respecto a la comunidad (vecinos, etc.).
- Mejora del ambiente laboral al existir una mayor comunicación interna y formación ambiental.
- Reducir costes sociales.
- Mejora de la salud pública.

Una herramienta que puede ser de gran ayuda para la identificación de oportunidades de minimización y la posterior aplicación de las medidas ambientales de mejora es la implantación de un programa de minimización del impacto ambiental, cuyo desarrollo se detalla en el punto 6.7. de esta guía.

Otros recursos complementarios a la implantación de un programa de minimización y buenas prácticas que contribuyen a crear una cultura ambiental en la industria son:

- La implementación de un Sistema de Gestión Ambiental, el cual consta de la estructura organizativa, procedimientos, responsabilidades, prácticas y recursos que definen la política ambiental y la forma de ponerla en práctica.
- Análisis del Ciclo de Vida (ACV), que sirve para identificar, clasificar y cuantificar las cargas contaminantes y los recursos materiales y energéticos asociados a un producto, un proceso o actividad desde que se inicia hasta que se elimina.
- Auditoria Ambiental, que consiste en la evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva realizada para la comprobación del sistema de gestión y del comportamiento ambiental de la empresa en cuestión.

5.1. ESTRATEGIAS PARA PROMOVER LA MINIMIZACIÓN EN ORIGEN DEL IMPACTO AMBIENTAL

La prevención de la contaminación puede llevarse a cabo en cualquier fase del desarrollo de un proceso. En general, los cambios que se realicen en la fase de investigación y desarrollo tendrán un impacto mayor. Sin embargo, los cambios en las fases de diseño del proceso y en las prácticas de operación también pueden dar resultados significativos.

Debido a la importante inversión en tecnología y a la larga vida útil de los equipos de una planta química, la prevención de la contaminación no es de fácil aplicación en las primeras etapas de un proceso, a no ser que se trate del diseño de un proceso nuevo. Además, los productores de determinadas especialidades químicas están sujetos a las especificaciones de los clientes o de organismos reguladores, lo que limita la flexibilidad en cambios. A pesar de estas limitaciones existen numerosas oportunidades de prevención de la contaminación que pueden llevarse a cabo mediante modificaciones en los procesos e instalaciones existentes.

Para desarrollar las oportunidades de minimización de los impactos ambientales generados por una actividad industrial, y en concreto en el sector químico, se precisa establecer una serie de estrategias encaminadas a alcanzar un modelo de producción más limpia.

5.1.1. Optimización de las materias primas empleadas

El uso de sustancias peligrosas para el medio ambiente en el proceso, implica costes relacionados con el la seguridad e higiene laboral y con la gestión de los residuos. Por tanto, una de las estrategias que debe considerarse es la de elegir los materiales más apropiados desde el punto de vista

ambiental. A continuación se enumeran una serie de criterios para aplicar, siempre que sea posible, para apoyar esta estrategia:

- Usar materias primas más limpias, que eviten las emisiones ya sea durante el almacenamiento, la manipulación, el proceso o su eliminación como residuo.
- Promover el uso de materiales que provengan de fuentes renovables.
- Promover el uso de materias primas que se hayan elaborado con criterios ambientales limpios (por ejemplo que la energía empleada sea limpia).
- Usar materiales reciclados, subproductos, productos fuera de especificación, etc. del propio proceso o de otros.
- Usar materiales reciclables en nuestro proceso, por ejemplo el embalaje final.
- Reducir el uso de materiales.

5.1.2. Optimización de las técnicas de producción

Este factor estratégico consiste en establecer prácticas de producción limpia haciendo que el proceso sea lo más respetuoso posible con el entorno. Entre otros, los criterios que deben regir la implantación de esta estrategia son:

- Diseñar los procesos evitando el uso de sustancias peligrosas y minimizando el uso de materias auxiliares.
- Procurar que los procesos sean lo más eficientes posible, para evitar la formación de subproductos indeseados.
- Evitar fugas y pérdidas durante el proceso.
- Diseñar los procesos teniendo en cuenta la mínima generación de residuos.
- Diseñar el proceso en los mínimos pasos posibles.
- Reducir el consumo de energía o usar energías más limpias, de fuentes renovables.
- Buscar oportunidades de reciclaje de residuos in-situ.

5.1.3. Optimización de los sistemas de distribución

La aplicación de esta estrategia asegura que los productos se transportan de la forma más eficiente posible. Algunos de los criterios relacionados con esta estrategia son:

- Usar materiales de embalaje retornables o reutilizables cuando sea posible por el tipo de producto.
- Optimizar el modo de almacenaje, el transporte y la logística en la distribución.

5.1.4. Promoción sectorial de la producción limpia

En algunos países del entorno de esta guía han surgido iniciativas desde la propia industria química para promover dentro del sector la prevención y minimización de la contaminación. Por ejemplo, el sector químico español tiene un programa voluntario de mejora, el **Compromiso de Progreso**, dentro del programa internacional Responsible Care, por el que se siguen unos códigos de conducta ambiental responsable, comprometiéndose a realizar sus operaciones mejorando de forma continuada la Seguridad y la Protección de la Salud y del Medio Ambiente y se evalúan periódicamente las mejoras obtenidas y su progreso.

Los objetivos del Compromiso de Progreso son:

- Promover y conseguir una mejora continua de las empresas en materia de Seguridad, Salud y Medio Ambiente.
- Establecer metas cualitativas y cuantitativas de mejora para hacer visibles los progresos alcanzados.
- Demostrar a la sociedad el adecuado comportamiento individual y colectivo del sector.
- Mejorar la credibilidad de la industria e incrementar la confianza de la sociedad mediante la presentación pública de los resultados conseguidos.
- Proporcionar a las empresas una herramienta de gestión para que puedan mejorar continuamente la Seguridad y la Protección de la Salud y del Medio Ambiente en el desarrollo de sus actividades.

En el periodo 1993-2003 y por unidad producida, las empresas adheridas al programa lograron, como media, reducir los vertidos contaminantes a las aguas un 82% y las emisiones un 52%.

En materia de Seguridad, el Índice de Frecuencia de Accidentes (nº de accidentes con baja cada millón de horas trabajadas) se ha reducido un 45% en el mismo periodo, siendo este índice, como media, seis veces menor al registrado para el conjunto de las actividades industriales.

En otras ocasiones los diferentes subsectores químicos han establecido, con la Administración, acuerdos voluntarios de reducción de emisiones. Estos convenios han permitido el establecimiento de unos objetivos de minimización y han demostrado que es posible un notable desarrollo sostenible con una correcta gestión de recursos y emisiones.

Por ejemplo, el Subsector de Química Fina Farmacéutica, representado por AFAQUIM, Asociación Española de Fabricantes de Productos de Química Fina mantiene desde hace años un acuerdo voluntario con el Departament de Medi Ambient de Catalunya, con el que ya ha mantenido tres convenios de colaboración para reducción de emisiones. AFAQUIM ha efectuado importantes inversiones medioambientales y ha sobrepasado los objetivos fijados en los convenios, con excelente minimización de su impacto ambiental, demostrando que es posible un notable desarrollo sostenible, con una gestión correcta de recursos y emisiones.

Como consecuencia del esfuerzo innovador e inversor del sector y la colaboración del Departamento de Medio Ambiente, los resultados alcanzados en la consecución de los objetivos del primer Convenio, llegaron a alcanzar el 50% para la carga orgánica y el 76% para las materias en suspensión.

Como estos datos son en valor absoluto, todavía fue más notable la mejora, ya que el sector creció en conjunto más de un 10 % en esos tres años. También fue notable la reducción de caudales y la aplicación de "síntesis verdes" con cambios de disolventes clorados o aplicación de biotecnologías alternativas en medio acuoso, que aportaron importantes reducciones en el uso de disolventes.

El segundo Convenio, de 1998 hasta el 2001 amplió sus objetivos en emisiones de residuos y en la introducción de sistemas de gestión medioambiental, adhiriéndose al Registro EMAS de ecogestión y ecoauditoría y sistemas ISO14.000. Se alcanzaron valorizaciones del 93 % de sus residuos, y un porcentaje elevado de empresas del sector dispone de sistemas de gestión ambiental.

Otro ejemplo parecido realizado en España, pero de toda la industria química, sería el acuerdo voluntario químico con el Gobierno Vasco. CIMAS es quien ha llevado la firma del acuerdo y actualmente el seguimiento.

Este acuerdo voluntario firmado electrónicamente en el 2003 en Bilbao fue realizado con 28 empresas del Sector Químico constando de un triple objetivo:

En primer lugar, que las empresas firmantes optimicen sus emisiones, sus vertidos al aire y al agua, minimicen la generación de residuos, y/o incrementen la valorización de los mismos, en segundo, que se certifiquen según un sistema de gestión medioambiental ISO 14001 ó EMAS, y por último, que alcancen los objetivos propuestos en la Directiva relativa a la Prevención y Control Integrado de la Contaminación (Directiva IPPC 96/61).

Los resultados del año 2004 fueron los siguiente:

- mejoras ambientales: reducción del consumo de materias primas mediante medidas de mejora de proceso (57 toneladas dejadas de consumir) , reducción de las sustancias emitidas a la atmósfera o al agua mediante medidas de prevención (53 toneladas de distintas sustancias dejadas de emitir) y reducción en la generación de residuos (284 toneladas).
- mejoras en gestión o tramitación: 1 instalación certificada según ISO 14.001.

Una de las claves que preside estos acuerdos es el empeño, tanto desde las empresas, como de la administración, de que su cumplimiento suponga ir más allá de lo que meramente exige la legislación. Con este fin, se ha establecido una colaboración entre las empresas y el Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del Gobierno Vasco que ha favorecido un clima de consenso e intercambio de propuestas muy enriquecedor para ambas partes. Los acuerdos se convertirán para las empresas en un marco de referencia estable a largo plazo dentro del marco de la Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible (2002-2020).

La satisfacción media del sector en relación a los acuerdos es de 7,2 sobre 10.

5.1.5. Química verde y medidas de prevención del impacto ambiental

La llamada química verde es el uso de la química para prevenir la contaminación. En particular, la química verde es el diseño de productos o procesos que reducen o eliminan el uso o la producción de sustancias peligrosas.

Al ofrecer alternativas de mayor compatibilidad ambiental, comparadas con los productos o procesos disponibles actualmente cuya peligrosidad es mayor y que son usados tanto por el consumidor como en aplicaciones industriales, la química verde promueve la prevención de la contaminación a escala molecular.

5.1.5.1. Áreas de enfoque de la Química verde

Las tecnologías de química verde pueden ser clasificadas en una o más de las tres áreas de enfoque siguientes:

- La utilización de rutas sintéticas alternativas basadas en química verde.
- La utilización de condiciones de reacción alternativas basadas en química verde.
- El diseño de sustancias químicas que sean, por ejemplo, menos tóxicas que las disponibles actualmente o inherentemente más seguras con respecto a su potencial de accidentes.

La Química Verde representa una vía sumamente efectiva en la prevención de la contaminación mediante la puesta en práctica de soluciones científicas innovadoras para resolver problemas ambientales reales a través de programas voluntarios de colaboración.

5.1.5.2. Los doce principios de la Química Verde

La filosofía de la Química Verde se resume en unos principios básicos:

1. Es mejor la prevención de la contaminación que el tratamiento posterior de los residuos.
2. Los métodos de síntesis de productos químicos se deben diseñar para la máxima incorporación al producto de todos los materiales utilizados en el proceso.
3. La síntesis de productos químicos debe utilizar y generar sustancias que tengan nula o poca toxicidad para la salud humana y el medio ambiente.
4. Los productos químicos deben diseñarse de tal forma que se preserve su funcionalidad y eficacia, a la vez que se reduce su toxicidad.
5. Se debe evitar o minimizar el uso de sustancias auxiliares y, cuando sean necesarias, deben ser inocuas.
6. Se debe minimizar la demanda energética, evaluando su impacto económico y ambiental. Los métodos de síntesis se deberían llevar a cabo a presión y temperatura ambiente.
7. Las materias primas empleadas y los recursos naturales consumidos deben ser preferentemente renovables, siempre que esto sea económico y técnicamente viable.
8. Los procesos basados en reacciones directas son preferibles a aquellos en los que hacen falta reacciones intermedias.
9. Los reactivos catalíticos deben ser lo más selectivos posibles para evitar la formación de subproductos innecesarios, y se deben utilizar en lugar de los reactivos estequiométricos.
10. Los productos químicos deben ser diseñados de manera que al final de su vida útil no sean persistentes en el medio y sus productos de degradación sean inocuos.
11. Las metodologías analíticas deberían permitir el control del proceso en tiempo real para detectar la posible formación de sustancias nocivas.
12. Las sustancias y la forma en que son utilizadas en un proceso químico se deben escoger de modo que se minimice el riesgo potencial de accidentes químicos, incluyendo fugas, explosiones e incendios.

5.1.5.3. Ejemplos de aplicación de la Química Verde

CAMBIO DE PROCESOS

La Química Verde es mayoritariamente aplicable en los nuevos procesos, desarrollándolos desde su inicio siguiendo los principios de esta filosofía y buscando el balance entre la eficiencia y la seguridad del medio ambiente y de las personas, así reactivos tan eficientes como el Fosgeno o disolventes no inflamables como el Diclorometano, que son muy apropiados desde el punto de vista de la reacción, tienen una toxicidad que debe tenerse muy en cuenta.

En los procesos ya establecidos pueden darse problemas añadidos para su cambio por tecnologías "verdes" que deben considerarse antes de emprenderlos. Es el caso del sector de fabricación de materias farmacéuticas, cuyo cambio de proceso sigue una complicada normativa de las autoridades sanitarias para aprobar cualquier variación, lo que es un serio obstáculo para aplicar cambios.

PROCESO ALTERNATIVO ENZIMÁTICO FRENTE A SÍNTESIS QUÍMICA

La sustitución de los métodos clásicos de hidrólisis por métodos enzimáticos es candidata a mejor técnica por su bajo uso de disolventes y por el ahorro de pasos en la síntesis. Procesos que requieren varios pasos de protección de grupos reactivos, síntesis para introducir el radical deseado, desprotección de los grupos inicialmente bloqueados para evitar reacciones secundarias y, en ocasiones, separación del isómero activo mediante otras varias etapas, se pueden realizar por medio

de los enzimas apropiados con pocas etapas y obteniendo directamente el intermedio deseado con el radical en la posición buscada y con la isomería pretendida.

CAMBIOS DE MATERIAS PRIMAS Y AUXILIARES

Tal como indican los principios de la Química Verde, la síntesis de productos químicos debe utilizar y generar sustancias que tengan nula o poca toxicidad para la salud humana y el medio ambiente, por lo que deben sustituirse disolventes usuales por otros menos tóxicos. Las materias primas empleadas y los recursos naturales consumidos deben ser preferentemente renovables, siempre que esto sea económica y técnicamente viable, por lo que el uso de agua como medio de reacción o de gases inoos como el CO₂ supercrítico evita la toxicidad o dificultad de eliminación de otros disolventes.

Utilización de agua como disolvente en reacciones químicas

- Reacciones Diels-Alder en agua.
- Reacciones enzimáticas en solución acuosa.
- Reacciones orgánicas mediadas por metales en agua.

Fluidos supercríticos

- Procesos químicos en fase gaseosas densas.
- Catálisis en CO₂ supercrítico.

Disolventes alternativos de menor toxicidad

Tabla 5.1. Ejemplos de disolventes alternativos

Disolvente	Sustituto menos tóxico
Benceno	Tolueno
Dimetilformamida	1-Metil-2-pirrolidona
2-Metoxietanol	1-Metoxi-2-propanol
n-Hexano	2,5-Dimetilhexano

5.2. EJEMPLOS DE OPORTUNIDADES DE MINIMIZACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Con el objeto de servir de guía para las industrias del sector, en esta sección se dan una serie de ejemplos de aspectos medioambientales y las medidas de buenas prácticas asociadas a los mismos para minimizar su impacto.

Si bien la lista de ejemplos no es exhaustiva, sí son suficientemente generales para que sean útiles, y puedan ser implantadas, para la mayoría de industrias químicas. Evidentemente cada fábrica tiene unas condiciones específicas que deben tenerse en cuenta a la hora de evaluar y diseñar sus propias oportunidades de prevención de la contaminación.

A continuación, se presentan las oportunidades de prevención de la contaminación más relevantes, clasificadas según el siguiente esquema:

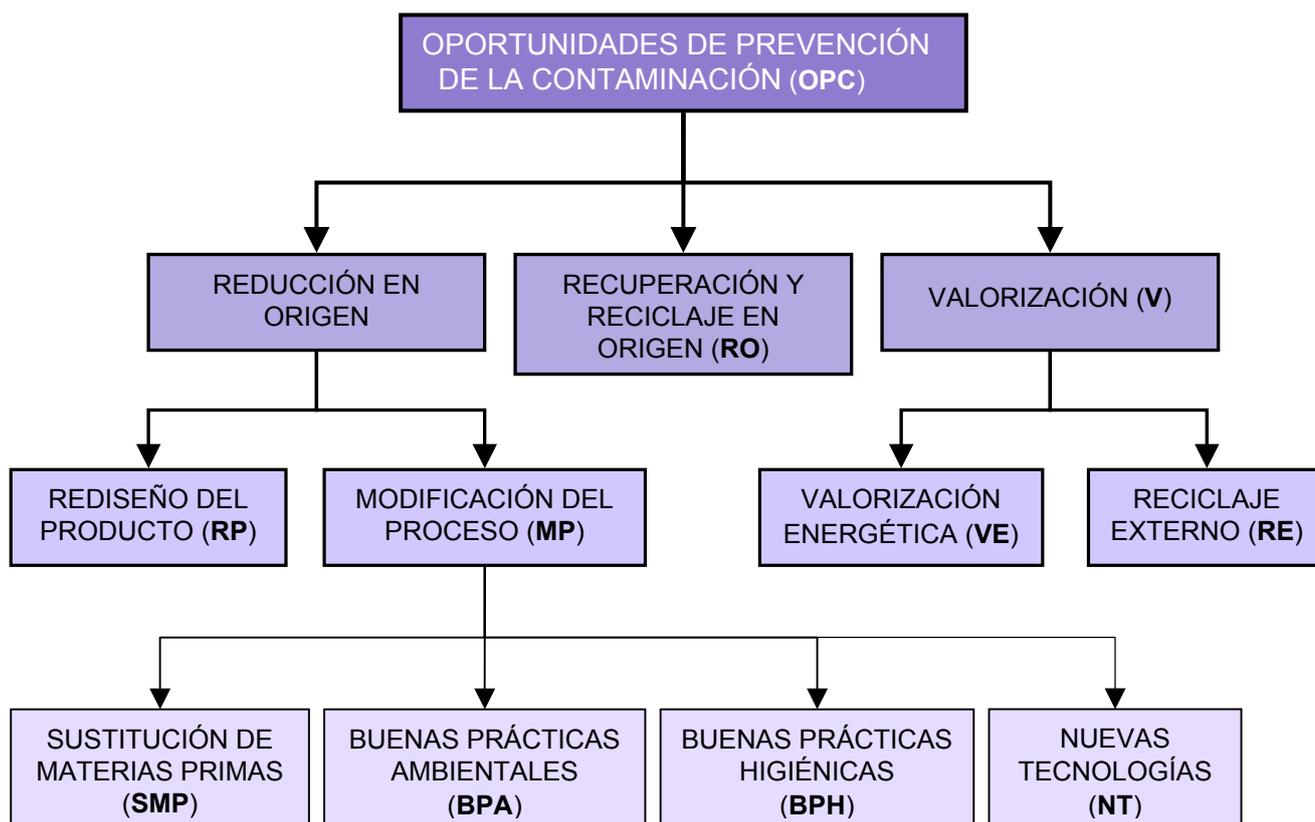


Figura 5.1. Esquema de las oportunidades de prevención de la contaminación

Cabe resaltar, también, que algunas de las oportunidades descritas podrían clasificarse en más de alguna de las categorías antes mencionadas y a su vez podrían repercutir positivamente sobre más de un vector ambiental generando los siguientes beneficios ambientales:

- Disminución del consumo de agua.
- Disminución del consumo de energía.
- Disminución del consumo de materias primas.
- Disminución de la carga contaminante de las aguas residuales.
- Disminución de las emisiones a la atmósfera (necesitamos más información).
- Disminución de la cantidad de residuos generados.
- Mejoras para el sistema de depuración.
- Aumento de la productividad.
- Mejoras de la eficiencia en las limpiezas.
- Beneficios económicos.
- Otras mejoras ambientales.

En cada caso, y dadas dichas sinergias, se ha seleccionado la ubicación que se ha considerado más adecuada.

Para cuantificar el beneficio ambiental y coste económico se ha utilizado un sistema de colores como el que se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla 5.2. Simbología de colores utilizados para cuantificar el beneficio ambiental obtenido y el coste económico de una BPA

COLOR	BENEFICIO AMBIENTAL	COSTE ECONÓMICO
	Muy bueno	Bajo
	Bueno	Intermedio
	Moderado	Elevado

A continuación se describen las oportunidades de prevención de la contaminación organizadas por operaciones/ instalaciones.

5.2.1. OPC en almacenamiento, muestreo y carga y descarga de productos

Tabla 5.3. OPC en Almacenamiento, muestreo y carga y descarga de productos

PROBLEMA POTENCIAL/ ASPECTO AFECTADO	CLASIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y/O SOCIALES OBTENIDOS	BENEFICIO AMBIENTAL	COSTE ECONÓMICO
General	Buenas prácticas de gestión ambiental	Seguir los requisitos de almacenamiento de los distintos materiales: almacenar los productos y materiales según criterios de disponibilidad, alterabilidad, compatibilidad y peligrosidad. Aislar los productos (inflamables, cancerígenos, pestilentes) del resto almacenándolos según las normas previstas para ello e intercalar productos inertes entre los incompatibles	Evitar el deterioro de productos, las fugas accidentales y minimizar los efectos de accidentes Conservación de herramientas e instalaciones Un almacén bien gestionado y ordenado comporta una reducción en la generación de los residuos, y por tanto una disminución del coste asociado a su gestión o eliminación		
		Garantizar que los elementos almacenados puedan ser perfectamente identificados			
		Evaluar los impactos debidos a posibles accidentes y tomar las medidas preventivas oportunas			
Emisiones difusas de compuestos orgánicos volátiles y de partículas	Adecuación de instalaciones y equipos y buenas prácticas de gestión ambiental	Realizar los transvases de la manera más cerrada posible: mediante conductos, ya sea por bombeo, gravedad o por transporte (sólidos), para evitar las emisiones	Se evitan las emisiones fugaces de compuestos volátiles		
		Realizar el llenado de tanques de almacenamiento por la parte inferior para evitar evaporaciones de volátiles			
		Mantener cerrados herméticamente los recipientes que contienen sustancias volátiles			
Derrames	Adecuación de instalaciones y equipos	Disponer de cubetos de retención tanto para los tanques fijos como para los contenedores móviles y los bidones.	Minimizar los efectos de los derrames accidentales		
		No limpiar los derrames con agua. Usar materiales absorbentes adecuados	Ahorro en la gestión de residuos		

Productos caducados	Buenas prácticas de gestión	Llevar una gestión de stocks adecuada: aplicando criterios just-in-time en el suministro y FIFO en la gestión del almacén	Evitar el deterioramiento de productos y la consecuente generación de residuos	Orange	Green
		Llevar una gestión de compras adecuada: no comprar aquello que no se va usar	Disminución del capital invertido en las existencias (activo)	Orange	Green
Materiales de embalaje	Buenas prácticas de gestión ambiental	Usar embalajes retornables	Evitar la generación de residuos de envases y embalajes	Yellow	Green
		Solicitar a los proveedores que disminuyan el embalaje y hacer lo propio con los embalajes expedidos, siempre que ello no afecte a la seguridad del producto	Ahorrar en materiales de embalaje	Orange	Green
Tipo de embalaje del suministro	Buenas prácticas de gestión	Los recipientes pequeños incrementan la frecuencia de cargas, descargas, transvases y también incrementan el residuo de restos no aprovechables que quedan en el recipiente: Usar contenedores más grandes, o ordenar los productos a granel si se utilizan grandes volúmenes Usar tanques de almacenamiento Suministrar directamente por tuberías	Minimizar el riesgo de emisiones fugaces y de derrames accidentales y evitar la generación de residuos Ahorro económico en transporte Minimización del impacto ambiental debido al transporte (emisiones, consumo de combustible, ruido...)	Green	Yellow

5.2.2. OPC en medida, pesaje, dosificación, manipulación y transporte interno de productos

Tabla 5.4. OPC en medida, pesaje, dosificación, manipulación y transporte interno de productos

PROBLEMA POTENCIAL/ ASPECTO AFECTADO	CLASIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y/O SOCIALES OBTENIDOS	BENEFICIO AMBIENTAL	COSTE ECONÓMICO
General	Buenas prácticas de gestión	Evaluar los impactos debidos a posibles accidentes y tomar las medidas preventivas oportunas	Prever las consecuencias de los posibles accidentes permite minimizar el impacto ambiental de los mismos		
Emisiones difusas de compuestos orgánicos volátiles y de partículas	Adecuación de instalaciones y buenas prácticas de gestión	Realizar el pesaje en cabinas de flujo laminar y la medición volumétrica mediante conducciones y bombeo	Minimizar el riesgo de emisiones fugaces, derrames, fugas u otras emisiones, etc. Mayor eficiencia en el consumo de productos		
		Dosificar los productos de la forma más confinada posible: mediante conductos, ya sea por bombeo, gravedad o por transporte			
		Implantar sistemas de dosificación mecánicos, para aprovechar al máximo los recursos			
		Llevar a cabo el transporte de sólidos en recipientes cerrados			
Derrames	Adecuación de instalaciones y equipos	Disponer de cubetos de retención tanto para los tanques fijos como para los contenedores móviles y los bidones	Minimizar los efectos de los derrames accidentales		
		Programar un mantenimiento preventivo eficaz de las tuberías y conducciones para evitar fugas y derrames	Ahorro en la gestión de residuos		
		No limpiar los derrames con agua. Usar materiales absorbentes adecuados	Evitar que los residuos pasen de un medio a otro más disperso y por tanto de más difícil contención		
		Minimizar los transportes internos de recipientes y las distancias de los mismos			

5.2.3. OPC en proceso de producción: reacción y formulación

Tabla 5.5. OPC en proceso de producción: reacción y formulación

PROBLEMA POTENCIAL/ ASPECTO AFECTADO	CLASIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y/O SOCIALES OBTENIDOS	BENEFICIO AMBIENTAL	COSTE ECONÓMICO
General	Rediseño del proceso en la fase de I+D	Numerosos pasos en el proceso generan más oportunidades de error. Asegurarse de que todos los pasos son necesarios	Un buen diseño del proceso, con los pasos estrictamente necesarios, minimiza el riesgo de errores y de producción de residuos consecuencia de dichos errores		
	Diseño de las instalaciones de planta	Diseñar el layout de los equipos minimizando los recorridos de tuberías y los desplazamientos de productos	Se disminuye el riesgo de fugas, goteos, etc.		
	Buenas prácticas de gestión	Evaluar los impactos debidos a posibles accidentes y tomar las medidas preventivas oportunas	Prever las consecuencias de los posibles accidentes permite minimizar el impacto ambiental de los mismos		
		Arreglar las pequeñas fugas de vapor y de sustancias no peligrosas en conducciones, como máximo, en una semana a partir del aviso de cualquier operario de fábrica	Ahorro de energía. Evitar un 10% de las mermas mensuales. Instalaciones más limpias Disminución de las emisiones de COVs		
Emisiones de gases	Adecuación de instalaciones y equipos	Canalizar los puntos de emisión de los distintos equipos de producción de hacia un único foco donde se aplica el sistema de tratamiento de gases	La centralización de las emisiones en un único foco, facilita el tratamiento de las mismas		
	Rediseño del proceso en la fase de I+D	Rediseñar el proceso para evitar la emisión de gases: evitar trabajos a presión y a alta temperatura	Minimización del impacto de las emisiones de gases		
Emisión de compuestos volátiles	Adecuación de instalaciones y equipos	Recoger las emisiones y condensar los volátiles. Estudiar la reutilización de disolventes recuperados en el condensador	Minimización en origen del impacto de las emisiones de volátiles Ahorro en el consumo de disolventes		
		Realizar el proceso en medio acuoso en vez de usar disolventes volátiles	Minimizar el impacto de las emisiones de COVs por el uso de disolventes		
	Rediseño del proceso en la fase de I+D	Usar disolventes de mayor presión de vapor para evitar emisiones			
		Sustituir los disolventes halogenados por otros de menor toxicidad			
		Trabajar a temperaturas lo más cerca posible de la temperatura ambiente: las altas temperaturas aumentan la evaporación de volátiles			
Generación de residuos	Buenas prácticas de gestión ambiental	Comprar materias primas de mayor pureza	Menor generación de residuos y productos no deseados		

Generación de residuos	Buenas prácticas de gestión ambiental	Reutilizar los disolventes al máximo	Ahorro en el consumo de materias primas		
		Segregación de residuos	Evitar que los productos residuales peligrosos se mezclen con los que lo son menos o no lo son		
		Separar los disolventes diferentes	Evitar que un contaminante pase de un medio poco disperso a otro que lo es más (por ejemplo de sólido a líquido)		
		Aislar los residuos líquidos de los sólidos			
Formación de subproductos no deseados	Rediseño del proceso en la fase de I+D	Incrementar el rendimiento del proceso para reducir la formación de subproductos	Evitar la formación de residuos		
		Usar productos de mayor pureza			
		Trabajar con temperaturas elevadas puede producir compuestos pesados (alquitranes) que ensucian los equipos:	Incrementar la capacidad de producción del proceso, con el consiguiente beneficio económico asociado		
		Trabajar a temperaturas menores y usar intercambiadores de calor intermedios para evitar temperaturas localizadas demasiado elevadas	Ahorro en el consumo energético		
Derrames	Adecuación de instalaciones y equipos	Disponer de cubetos de retención tanto para los tanques fijos como para los contenedores móviles y los bidones	Minimizar los efectos de los derrames accidentales		
		Programar un mantenimiento preventivo eficaz de las tuberías y conducciones para evitar fugas y derrames	Ahorro en la gestión de residuos		
		No limpiar los derrames con agua. Usar materiales absorbentes adecuados y derivar hacia la depuradora cuando sea imposible recogerlo	Evitar que los residuos pasen de un medio a otro más disperso y por tanto de más difícil contención		
Generación de aguas residuales de proceso	Rediseño de operaciones y buenas prácticas	Llevar a cabo la formulación o síntesis en la menor cantidad de agua posible	Minimización en origen de la generación de aguas residuales		
		Usar unidades de filtración por membrana para recuperar agua y formular de nuevo	Ahorro en el consumo de agua y en los costes de depuración		
	Buenas prácticas de gestión ambiental	Separar los flujos residuales del proceso siempre que sea posible: la mezcla de los flujos de productos residuales puede obstaculizar los trabajos de reutilización, reciclado y tratamiento	La separación de los flujos residuales facilita la reutilización, el reciclado y el tratamiento de los mismos		
		Evitar que el agua de lluvia se contamine, utilizando para ello redes separadas de residuales y pluviales, equipo de proceso cubierto, charolas de escurrimiento y drenajes separados			

5.2.4. OPC en operaciones separativas, de purificación y acondicionamiento final

Dentro de la purificación y separación se incluyen: La cristalización, el tamizado, la filtración, la centrifugación, la extracción y la adsorción.

En acondicionamiento final están contempladas las siguientes operaciones: Molienda, atomización, micronizado, secado y envasado.

Tabla 5.6. OPC en operaciones separativas, de purificación y acondicionamiento final

PROBLEMA POTENCIAL/ ASPECTO AFECTADO	CLASIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y/O SOCIALES OBTENIDOS	BENEFICIO AMBIENTAL	COSTE ECONÓMICO
General	Buenas prácticas de gestión	Evaluar los impactos debidos a posibles accidentes y tomar las medidas preventivas oportunas	Prever las consecuencias de los posibles accidentes permite minimizar el impacto ambiental de los mismos		
Restos de productos	Buenas prácticas de operación	Evitar que queden restos de producto en los equipos: limpiar y recoger bien el producto de los equipos	Mejora en el rendimiento del proceso y minimización de residuos		
Emisiones difusas de compuestos orgánicos volátiles y de partículas	Adecuación de instalaciones y equipos	Recoger las emisiones y condensar los volátiles. Estudiar la reutilización de disolventes recuperados en el condensador	Minimización en origen del impacto de las emisiones de volátiles Ahorro en el consumo de disolventes		
	Buenas prácticas de gestión	Realizar el pesaje en cabinas de flujo laminar y la medición volumétrica mediante conducciones y bombeo	Minimizar el riesgo de emisiones fugaces, derrames, fugas u otras emisiones, etc. Mayor eficiencia en el consumo de productos		
		Dosificar los productos de la forma más confinada posible: mediante conductos, ya sea por bombeo, gravedad o por transporte			
		Implantar sistemas de dosificación mecánicos, para aprovechar al máximo los recursos			
		Llevar a cabo el transporte de sólidos en recipientes cerrados			
Emisiones de polvo de productos sólidos	Adecuación de instalaciones y equipos	Trabajar con sistemas cerrados, de transporte neumático confinado, en locales cerrados con aire forzado y recogida de sólidos en filtros y lavadores de sólidos adecuados	Evitar el trasvase de un residuo sólido a un medio más disperso		
		Instalar un aparato de aspiración local en los lugares de molienda, micronizado, etc. El aire de aspiración se debe filtrar o lavar en húmedo			
Tortas de filtración, medios filtrantes, resinas, carbón activo...	Buenas prácticas ambientales de operación	Gestionar los residuos de acuerdo con la normativa ambiental	Cumplimiento legal: evitar sanciones		

5.2.5. OPC en operaciones de limpieza

Tabla 5.7. OPC en operaciones de limpieza

PROBLEMA POTENCIAL/ ASPECTO AFECTADO	CLASIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y/O SOCIALES OBTENIDOS	BENEFICIO AMBIENTAL	COSTE ECONÓMICO
Aguas residuales con resto de productos y de agentes usados en la limpieza (detergentes, disolventes, etc.)	Buenas prácticas ambientales de operación y adecuación de instalaciones y equipos	Planificar la producción y/o la utilización de los equipos por líneas de producto, con el fin de minimizar las limpiezas	Minimización de la generación de aguas residuales Ahorro de agua y disminución de los costes de depuración del agua residual generada finalmente en las limpiezas Disminución del volumen final de vertido Reducción económica del gasto en agua Una limpieza eficiente ahorra recursos y agentes de limpieza y evita la generación de residuos, aguas residuales y emisiones		
		No usar productos químicos y disolventes en exceso en las operaciones de limpieza			
		Usar productos de limpieza biodegradables			
		Usar equipos de limpieza de agua a alta presión para la limpieza de superficies, instalando boquillas de presión en las mangueras o mediante unidades móviles de agua a presión y bajo caudal			
		Usar unidades CIP (cleaning in place) en los equipos, que permiten limpiar con consumos discretos de líquidos de lavado, directamente en su localización, mediante dispersores a presión y reciclado de los líquidos de lavado, sin tener que desmontar las piezas y controlando el consumo de agua. Los equipos están preparados con unas bolas que distribuyen a presión la sustancia limpiadora (detergente, alcohol, disolvente, según el producto a limpiar) y luego el agua a presión. Se seca con aire o calentando la camisa de los reactores. El agua se conduce a un depósito o a la depuradora			
		Reutilizar el agua de limpieza, para otras limpiezas, aplicando previamente una filtración tangencial por membrana para acondicionarla			
		Disponer de una planta depuradora capaz de absorber el vertido inevitable procedente de las limpiezas			
Aguas residuales con resto de productos y de agentes usados en la limpieza (detergentes, disolventes, etc.)	Buenas prácticas higiénicas	Aislar, recoger y limpiar: en escapes y derrames significa la reducción del volumen y de la carga contaminante de las aguas residuales generadas	Reducir la contaminación, valorización de los productos derramados, minimización de las necesidades de agua o productos de limpieza		
Restos de producto sólido	Adecuación de instalaciones y equipos	Usar sistemas de limpieza por aspiración y recogida mecánica antes de usar agua o disolventes	Evitar que un residuo sólido pase a un medio más disperso		

PROBLEMA POTENCIAL/ ASPECTO AFECTADO	CLASIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y/O SOCIALES OBTENIDOS	BENEFICIO AMBIENTAL	COSTE ECONÓMICO
Emisión de compuestos orgánicos volátiles, especialmente si se han usado en la limpieza disolventes	Adecuación de instalaciones y equipos y buenas prácticas	Recoger las emisiones y condensar los volátiles. Estudiar la reutilización de disolventes recuperados en el condensador	Minimización en origen del impacto de las emisiones de volátiles		
		No usar disolventes halogenados en las operaciones de limpieza	Ahorro en el consumo de disolventes		

5.2.6. OPC en sistemas de refrigeración

Tabla 5.8. OPC en sistemas de refrigeración

PROBLEMA POTENCIAL/ ASPECTO AFECTADO	CLASIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y/O SOCIALES OBTENIDOS	BENEFICIO AMBIENTAL	COSTE ECONÓMICO
Mejora de la eficiencia	Adecuación de instalaciones y equipos	Exponer la máxima superficie de agua en contacto con el aire circulante en las torres de refrigeración	Ahorro de energía		
Generación de agua residual Consumo excesivo de agua	Buenas prácticas ambientales BPA	Reciclar el agua de enfriamiento del proceso siempre que sea posible	Ahorro de agua		
Emisiones de CFC	BPA/cambio de producto	Usar refrigerantes alternativos a los CFC, como el amoníaco, HCFC, glicol, bromuro de litio, etc.	Evitar la emisión de CFC, causantes de efecto invernadero		

5.2.7. OPC en instalaciones de tratamiento de aguas residuales

Tabla 5.9. OPC en instalaciones de tratamiento de aguas residuales

PROBLEMA POTENCIAL/ ASPECTO AFECTADO	CLASIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y/O SOCIALES OBTENIDOS	BENEFICIO AMBIENTAL	COSTE ECONÓMICO
Generación de agua residual	Rediseño de proceso, operaciones y buenas prácticas ambientales	Evitar el vertido de aguas residuales sin depurar	Minimización del vertido de los costes de depuración		
		Evitar en origen la generación de aguas residuales mediante proyectos de minimización de corrientes residuales	Cumplimiento legal: evitar sanciones y daños al entorno		
		Reciclar, previo tratamiento adecuado, todas las aguas que sea posible	Evitar las consecuencias sociales y de imagen debidas a los vertidos contaminantes		
Tratamiento de las aguas residuales	Buenas prácticas ambientales de operación	Caracterizar correctamente todas las corrientes de aguas residuales, tanto en su composición como en su volumen. Segregar las aguas que no sean depurables en la depuradora y darles un tratamiento o gestión específico	Evitar vertidos mal depurados y que incumplan la legislación vigente Evitar los impactos al medio receptor		
		Estudios de viabilidad y optimización de tratamientos e instalaciones de depuración	Optimizar la calidad de las aguas residuales depuradas		
	Rediseño del proceso en la fase de I+D	Evaluar si los agentes químicos usados (como por ejemplo disolventes, metales pesados) pueden substituirse en el proceso por otros menos tóxicos o persistentes	Evitar el vertido de sustancias tóxicas junto con las aguas residuales. Permitir reutilización del agua depurada		
Emisión de compuestos volátiles y gases	Rediseño del proceso en la fase de I+D	Evitar el uso de disolventes y en caso de no ser posible separarlos del medio acuoso en las fases de proceso	Minimizar en origen la emisión de contaminantes		
	Adecuación de instalaciones y equipos	Realizar la aireación de las aguas en la depuradora en tanques cerrados provistos de salida de gases y volátiles y aplicar un tratamiento adecuado a los mismos (por ejemplo filtros de carbón activo)	Evitar el impacto de la emisión de sustancias volátiles si finalmente éstas no se han separado totalmente del medio acuoso		
Generación de residuos sólidos	Buenas prácticas ambientales de operación y adecuación de equipos e instalaciones	Minimizar los residuos que se generan durante la depuración de las aguas: aplicar sistemas de deshidratación de los lodos	Reducir el volumen de los residuos generados, ahorro económico en la gestión final de dichos residuos		
		Gestionar adecuadamente, de acuerdo con la legislación aplicable, los residuos generados, priorizando su reutilización, su uso como subproducto (en aplicaciones agrícolas, por ejemplo) o su valorización			

5.2.8. OPC en instalaciones de tratamiento de emisiones atmosféricas

Tabla 5.10. OPC en instalaciones de tratamiento de emisiones atmosféricas

PROBLEMA POTENCIAL/ ASPECTO AFECTADO	CLASIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y/O SOCIALES OBTENIDOS	BENEFICIO AMBIENTAL	COSTE ECONÓMICO
Generación de emisiones atmosféricas	Rediseño del proceso en la fase de I+D	Evitar en origen las emisiones evitando el uso de disolventes volátiles en las distintas fases del proceso	Minimizar en origen la emisión de contaminantes		
	Adecuación de instalaciones y equipos	Confinar, condensar y reutilizar los disolventes tantas veces como sea posible	Ahorro en el consumo de materias primas, minimización en origen de posibles emisiones y valorización interna de los disolventes		
		Utilización de sistemas de contención interna del polvo y de recogida del mismo como ciclones, lavadores de polvo y filtros	Evitar la emisión de polvo al entorno Reprocesado y comercialización de estos finos		
	Buenas prácticas ambientales de operación	Trabajo en sistemas y equipos cerrados con venteos controlados y utilización de sistemas de transporte neumático por vacío o presión de aire desde los secaderos, filtrando este aire	Evitar la emisión de polvo al entorno		
Generación de aguas residuales	Buenas prácticas ambientales de operación	Recircular tanto como sea posible el agua de de las torres de lavado de gases. Las purgas del circuito se deben enviar a la depuradora o gestionar adecuadamente	Minimizar la generación de aguas residuales y ahorro de agua		
Generación de residuos sólidos	Buenas prácticas ambientales de operación	Gestionar adecuadamente los residuos generados, priorizando su reutilización: por ejemplo regenerar el carbón activo de los filtros	Reducir el volumen de los residuos generados, ahorro económico en la gestión final de dichos residuos		

5.2.9. OPC en instalaciones de gestión y tratamiento de residuos

Tabla 5.11. OPC en instalaciones de gestión y tratamiento de residuos

PROBLEMA POTENCIAL/ ASPECTO AFECTADO	CLASIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y/O SOCIALES OBTENIDOS	BENEFICIO AMBIENTAL	COSTE ECONÓMICO
General	Buenas prácticas ambientales de operación	Separar y acondicionar distintos contenedores para cada tipo de residuo, teniendo en cuenta la peligrosidad	La buena gestión de residuos supone un ahorro económico en la propia gestión		
		Reutilizar los residuos, siempre que sea posible	Minimizar producción de residuos		
		Estudiar la posibilidad de vender el residuo como subproducto o de valorizarlo	Valorización interna de los residuos		
		Gestionar los envases de residuos peligrosos, los trapos y otros materiales impregnados como residuos peligrosos	Valorización interna o externa del residuo. Ahorro económico en la gestión		
		Gestionar como residuo peligroso los desechos de limpieza que contengan productos químicos	Cumplimiento legal en la gestión de residuos		
		Cerrar bien los recipientes que contienen residuos peligrosos, como disolventes, para evitar emisiones de COV	Minimizar las emisiones difusas de compuestos volátiles		
	Buenas prácticas ambientales de gestión	Utilizar elementos que contengan materiales reciclados como plásticos y papel reciclados	Minimizar la producción de residuos		
		Utilizar productos cuyos envases posean una elevada aptitud para ser reciclados	Cumplimiento legal en gestión de residuos		
		Gestionar desechos como por ejemplo disolventes usados a través de las "Bolsas de subproductos"	Valorizar residuos		
		Rechazar los materiales que se transforman en residuos tóxicos o peligrosos al final de su uso, como los elementos organoclorados (PVC, CFC)	Evitar la generación de residuos tóxicos y peligrosos Evitar que los productos residuales peligrosos se mezclen con los inocuos		
		Separación o segregación de residuos en general	Aislar los residuos líquidos de los sólidos		
		Gestionar externamente los residuos no valorizables internamente por tratamientos adecuados mediante transportistas especializados	Inertizar la potencial peligrosidad del residuo o posibilidad de deposición en vertedero autorizado		

5.2.10. OPC en ruidos y vibraciones

Tabla 5.12. OPC en ruidos y vibraciones

PROBLEMA POTENCIAL/ ASPECTO AFECTADO	CLASIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y/O SOCIALES OBTENIDOS	BENEFICIO AMBIENTAL	COSTE ECONÓMICO
General: generación de ruido y vibraciones	Buenas prácticas ambientales de operación	Aislar los focos de ruido, confinándolos en espacios cerrados (por ejemplo disponer los compresores en un cuarto cerrado y aislado). Instalar barreras acústicas	Minimizar la generación de ruido		
		Tener en funcionamiento los equipos el tiempo imprescindible evitará la emisión de ruido			
		Emplear equipos y utensilios menos ruidosos y manteniéndolos desconectados cuando no se estén utilizando			
General: generación de ruido y vibraciones	Buenas prácticas ambientales de gestión	<p>Establecer un programa de control de ruido y vibraciones, que debe incluir como mínimo los siguientes elementos:</p> <p>Revisión inicial y periódica de los niveles de ruido</p> <p>Reconocimiento de la capacidad auditiva inicial y periódica de los trabajadores expuestos</p> <p>Aplicación de medidas preventivas: Aislado y cerramiento de los focos, uso de equipos de protección individual, etc.</p>	Dar cumplimiento a la normativa ambiental y de seguridad e higiene laboral referida a ruido y vibraciones		

5.2.11. OPC en consumo de agua

Tabla 5.13. OPC en consumo de agua

PROBLEMA POTENCIAL/ ASPECTO AFECTADO	CLASIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y/O SOCIALES OBTENIDOS	BENEFICIO AMBIENTAL	COSTE ECONÓMICO
Consumo excesivo de agua	Buenas prácticas ambientales de operación y adecuación de instalaciones y equipos	Inventariar los consumos de agua para poder promover su ahorro en distintos sectores	Conocer cuales son los puntos de mayor consumo de agua, antes de promover su ahorro Posibilidad de reutilización de aguas residuales en determinados procesos, como por ejemplo en los aclarados previos		
		Revisar periódicamente el estado de recipientes y llaves de paso por parte del personal de mantenimiento para evitar fugas	Minimizar las pérdidas y el consumo de agua en general		
		Solicitar inspecciones de la instalación de fontanería para detectar fugas y goteras			
		Evitar que los grifos de los laboratorios se queden abiertos inútilmente			
		Automatizar los sistemas de limpieza de equipos			
		Llevar a cabo la limpieza de equipos con equipos a presión			
		Limpiar el pavimento con barredoras automáticas			
		Instalar dispositivos limitadores de presión y difusores para disminuir el consumo de agua			
		Reutilizar el agua de limpiezas en las propias limpiezas o en producción			
		Sustituir las bombas de vacío de anillo líquido por bombas secas			
		Implantar procedimientos para minimizar el consumo de agua industrial; se ahorrará en las cantidades empleadas y se facilitarán las labores de saneamiento			

5.2.12. OPC en consumo de energía

Tabla 5.14. OPC en consumo de energía

PROBLEMA POTENCIAL/ ASPECTO AFECTADO	CLASIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y/O SOCIALES OBTENIDOS	BENEFICIO AMBIENTAL	COSTE ECONÓMICO
Consumo en exceso de energía eléctrica	Buenas prácticas ambientales de operación y adecuación de instalaciones y equipos	Registrar los consumos eléctricos de los diferentes equipos para poder promover ahorros en distintos sectores	Ahorro de energía eléctrica	Alto	Bajo
		Aprovechar al máximo la luz natural		Medio	Bajo
		Instalar interruptores temporizados en las áreas donde no se trabaje continuamente para evitar que se queden luces encendidas		Alto	Bajo
		Limpieza periódicamente los sistemas de iluminación para que no existan obstáculos que disminuyan la intensidad lumínica		Medio	Bajo
		Realizar auditorias energéticas de la empresa para fijar objetivos de reducción		Alto	Bajo
		Implantar controles de calidad durante el proceso de ahorrar energía		Alto	Bajo
Eficiencia energética de instalaciones y equipos: pérdidas de calor, consumo en exceso de energía	Buenas prácticas ambientales de operación y adecuación de instalaciones y equipos	Evaluar la variable energética en la elección de nuevos equipos	Mejorar la eficiencia energética de los procesos e instalaciones, en general	Alto	Bajo
		Optimizar los procesos para evitar pérdidas de energía		Medio	Bajo
		Aislar tuberías, tanques, intercambiadores y cualquier equipo para evitar pérdidas de calor		Alto	Bajo
		Usar los flujos calientes de salida del proceso para recalentar la alimentación del propio proceso, mediante el uso de intercambiadores de calor		Alto	Bajo
		Utilizar energías limpias y/o combustibles de alta eficiencia		Medio	Bajo
		Calorificar los tanques que contengan fluidos calientes		Alto	Bajo
		Calibrar y mantener de forma preventiva la maquinaria, ya que ahorra energía	Alto	Bajo	
		Recuperar el calor residual de los humos de las calderas y aprovecharlo para precalentar el agua: por cada 7 °C de incremento de temperatura en el agua, se ahorra un 1% de combustible en la caldera	Minimización de las pérdidas de calor, ahorro en combustible.	Alto	Bajo
		Controlar el exceso de aire en la combustión	Mejorar la eficiencia en la combustión reduce el consumo de combustible y minimiza la emisión de gases tóxicos	Alto	Bajo
		Controlar el porcentaje de CO en los humos proporcionando la mezcla adecuada de aire y fuel	Alto	Bajo	
Sustituir el fuel por gas natural. El gas natural tiene un mayor rendimiento y un mejor control de la combustión	Disminución de las emisiones de SOx y Nox	Medio	Bajo		

Eficiencia energética de instalaciones y equipos: pérdidas de calor, consumo en exceso de energía	Buenas prácticas ambientales de operación y adecuación de instalaciones y equipos	Utilizar en la medida de lo posible energías de fuentes renovables: energía solar térmica y fotovoltaica	No necesidad de combustibles fósiles para su funcionamiento Disminución de las emisiones de SOx y Nox No producción de ruidos No necesidad de grandes infraestructuras para su distribución		
	Buenas prácticas ambientales: Calderas de vapor, distribución del vapor	Aislar correctamente las corrientes de vapor. El aislamiento inadecuado o inexistente de las corrientes de vapor es la mayor fuente de pérdidas de calor en la industria química. Además también provoca una excesiva condensación en las líneas, que afecta negativamente a la calidad del vapor y a la productividad de la maquinaria	Ahorro de energía		
		Recuperar y recircular los condensados de la corriente de vapor constituye el mayor ahorro energético en una planta química. Los condensados también se pueden usar como agua caliente, requerida en el proceso			
		El sistema distribuidor del vapor debe cubrir la mínima trayectoria en las tuberías más pequeñas posibles, con la mínima condensación posible y la menor caída de presión posible	Minimización de las pérdidas de calor		
		Regular automáticamente las purgas de la caldera en función de la conductividad y recuperar los revaporizados y condensados	Ahorro de agua y energía		
		Usar calderas de lecho fluidizado para obtener una combustión eficiente	Ahorro de energía		

5.2.13. OPC en tratamiento de agua para proceso

Tabla 5.15. OPC en Tratamiento agua de proceso

PROBLEMA POTENCIAL/ ASPECTO AFECTADO	CLASIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y/O SOCIALES OBTENIDOS	BENEFICIO AMBIENTAL	COSTE ECONÓMICO
Consumo en exceso de energía	Buenas prácticas ambientales de operación y adecuación de instalaciones y equipos	El tratamiento incorrecto del agua de alimentación puede llevar a pérdidas de calor significativas debidas a la formación de incrustaciones en las calderas de vapor, intercambiadores de calor, camisas de los reactores, conducciones, etc. Por tanto hay que darle un tratamiento adecuado al agua de proceso: descalcificación, desionización, ósmosis inversa, etc.	Minimización de las pérdidas de calor		
		Los parámetros como dureza, alcalinidad, pH...deben controlarse siempre			

5.2.14. OPC en sensibilización y formación del personal. Comunicación ambiental.

Tabla 5.16. OPC en sensibilización y formación del personal. Comunicación ambiental

PROBLEMA POTENCIAL/ ASPECTO AFECTADO	CLASIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y/O SOCIALES OBTENIDOS	BENEFICIO AMBIENTAL	COSTE ECONÓMICO
General	Buenas Prácticas Ambientales e Higiénicas	El personal debe conocer las implicaciones ambientales asociadas a los procesos y a su lugar de trabajo. Conviene por tanto, organizar cursos, seminarios, conferencias, etc. para formar, motivar y sensibilizar a los trabajadores	Mejora de la eficiencia en los procesos Prevención de riesgos laborales e higiene industrial		
		Los trabajadores deben estar conscientes de los riesgos laborales asociados a su puesto de trabajo y conocer el correcto uso de los equipos de protección disponibles, así como la señalización de seguridad	Mejora de la eficiencia en los procesos Prevención de riesgos laborales e higiene industrial		
		Trabajo conjunto e información compartida para poder realizar sus tareas habituales y contribuir así al objetivo global de prevención			
		Realizar campañas de información entre los empleados para el ahorro energético	Ahorro de energía		

5.2.15. OPC en mantenimiento preventivo

Tabla 5.17. OPC en mantenimiento preventivo

PROBLEMA POTENCIAL/ ASPECTO AFECTADO	CLASIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y/O SOCIALES OBTENIDOS	BENEFICIO AMBIENTAL	COSTE ECONÓMICO
General	Buenas Prácticas Ambientales Buenas Prácticas Higiénicas	Diseñar un programa de mantenimiento preventivo que incluya:	Evitar paradas accidentales de producción: se minimiza la probabilidad de generar productos no conformes y residuos		
		inventario de los equipos	Ahorrar materias primas		
		ficha del estado de cada máquina	Evitar la generación de productos fuera de especificaciones		
		inventario de incidencias y averías	Minimizar el riesgo de accidentes		
		Instrucciones técnicas y procedimientos escritos de actuación	Evitar la generación de contaminación		
		Identificación de no conformidades y propuesta de medidas correctoras	Prevención de las averías antes de que puedan provocar pérdidas de producción, generar contaminación o afectar a la salud de los trabajadores		
		Seguimiento y control de procesos y actividades			

5.2.16. OPC en implantación de un sistema de gestión ambiental (EMAS o ISO 14.001)

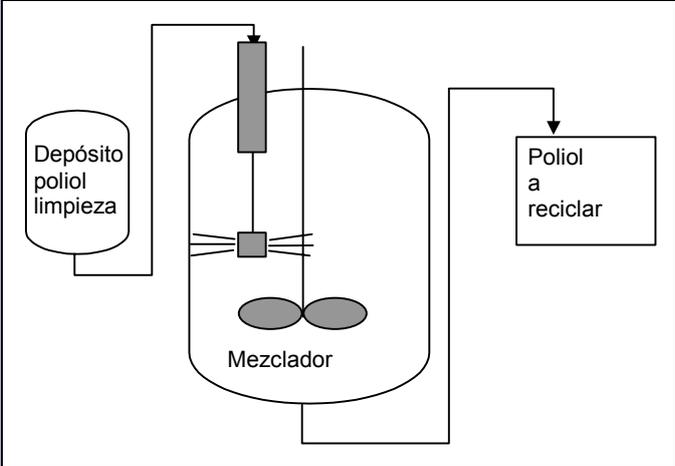
Tabla 5.18. OPC en implantación de un sistema de gestión ambiental (EMAS o ISO 14.001)

PROBLEMA POTENCIAL/ ASPECTO AFECTADO	CLASIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y/O SOCIALES OBTENIDOS	BENEFICIO AMBIENTAL	COSTE ECONÓMICO
Política ambiental general de la empresa	Buenas Prácticas Ambientales	Integración con la gestión de la calidad y la prevención de riesgos laborales	Ayudar a implantar las buenas prácticas ambientales Mejorar la imagen de la empresa Implantación de mejores técnicas disponibles económicamente viables Obtención de certificación ambiental por una entidad acreditada		
		Realizar una evaluación ambiental inicial como diagnóstico			
		Detectar los aspectos ambientales significativos			
		Definir la normativa en materia ambiental aplicable			
		Definir objetivos y metas ambientales a alcanzar			
		Definir la política ambiental de la empresa			
		Mejorar la formación y la comunicación interna y externa			
		Elaborar un manual de gestión ambiental a disponibilidad de partes interesadas			
		Elaboración de un programa de gestión ambiental donde consten datos económicos, plazos y responsables de las medidas propuestas			
		Registro de la documentación física y digitalmente			
		Realización de acciones correctoras y preventivas			
		Realización de auditorias ambientales			

6. CASOS PRÁCTICOS

6.1. MODIFICACIÓN DE PROCESOS

CASO PRÁCTICO 1	
Empresa	Elastogran, S.A.
País (localización)	España (Rubí, Barcelona)
Sector Industrial	Químico. Fabricación de sistemas de poliuretano para la industria del automóvil, construcción y otras.
Tema del proyecto	<u>Modificación de proceso</u> : Mejoras en el sistema de limpieza: el sistema CIP (Clean In Place).
Consideraciones medioambientales	<p>Elastogran SA se dedica a desarrollar y fabricar sistemas de poliuretano y a comercializar las materias primas de poliuretano y granulado de poliuretano termoplástico. Los mercados a los cuales van dirigidos estos productos son, principalmente, el automóvil, la construcción, la industria del frío, el mueble, el calzado y los recubrimientos.</p> <p>El proceso productivo es de tipo discontinuo y se basa principalmente en la mezcla de materias primas (polioles o isocianatos) y otras materias auxiliares (catalizadores, expansores, ignifugantes, colorantes y aditivos) para obtener componentes de poliuretano líquidos (polioles e isocianatos formulados), los cuales son empleados por las empresas transformadoras para producir el poliuretano. El conjunto de los dos componentes formulados se denomina sistema de poliuretano. Ocasionalmente, un sistema puede componerse de tres o más componentes debido a la incorporación de aditivos auxiliares.</p> <p>Para obtener los dos componentes formulados, la empresa utiliza unos recipientes mezcladores (reactores) de diferentes capacidades. El proceso de dosificación y mezcla está altamente automatizado y gestionado por PLC.</p> <p>Una vez se haya hecho la mezcla y se haya obtenido el producto líquido formulado, se procede al almacenaje y distribución al cliente.</p> <p>El sistema que se empleaba anteriormente para limpiar los reactores era totalmente manual mediante agua a presión. Debido a la baja solubilidad de los productos en agua, se necesitaban grandes cantidades para asegurar la limpieza completa de los reactores. Las aguas de limpieza eran recogidas en contenedores y se gestionaban como residuo.</p>
Antecedentes	<p>ELASTOGRAN SA, siguiendo los compromisos de su política de calidad y medio ambiente decidió adecuar y racionalizar el sistema de limpieza.</p> <p>La actuación se orientó según las premisas siguientes:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Disminuir la cantidad de agua en las limpiezas de las instalaciones. - Reutilizar al máximo los productos resultantes de la limpieza. 																																													
<p>Resumen de la actuación</p>	<p>El objeto de la actuación es sustituir el agua de limpieza de la mayor parte de los procesos por polioles reutilizables.</p> <p>Esta actuación consiste en instalar un sistema automatizado de limpieza controlado (PLC) y compuesto por cabezales rotativos en el interior de los recipientes mezcladores, los cuales están conectados a 2 depósitos de polioles de limpieza calefaccionados.</p> <p>Una vez realizada la limpieza, los polioles empleados son almacenados en contenedores separados por tipos de producto y reutilizados como materia prima en fabricaciones posteriores de los mismos productos.</p>																																													
<p>Esquema del proceso</p>	 <p>El diagrama ilustra el flujo de poliol en el sistema de limpieza. Un depósito etiquetado como 'Depósito poliol limpieza' suministra poliol a un 'Mezclador' central. El mezclador, que incluye un eje con cabezales rotativos y un agitador inferior, realiza la limpieza. El poliol resultante es recolectado en un depósito etiquetado como 'Poliol a reciclar'.</p>																																													
<p>Balances</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Proceso antiguo</th> <th>Proceso nuevo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3"><u>Balance de materia</u></td> </tr> <tr> <td>Producción</td> <td>24.239 Tm/a</td> <td>37.565 Tm /a</td> </tr> <tr> <td>Residuos de agua de limpieza a tratar</td> <td>77.860 l/a</td> <td>31.120 l/a</td> </tr> <tr> <td>Residuos de agua/tonelada</td> <td>3,21 l / Tm</td> <td>0,82 l / Tm</td> </tr> <tr> <td>Residuos de agua</td> <td>100 %</td> <td>25 %</td> </tr> <tr> <td colspan="3"><u>Balance económico</u></td> </tr> <tr> <td>Coste del agua</td> <td>70,07 €/a</td> <td>37,34 €/a</td> </tr> <tr> <td>Coste gestión residuos de aguas de limpieza</td> <td>25.140,00 €/a</td> <td>12.567,00 €/a</td> </tr> <tr> <td colspan="3"><u>Ahorro</u></td> </tr> <tr> <td>Ahorro en consumo de agua</td> <td>32,73 €/a</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ahorro en la gestión de residuos de aguas de limpieza</td> <td>12.483,00 €/a</td> <td></td> </tr> <tr> <td><u>Ahorro total</u></td> <td colspan="2">12.515,73 €/a</td> </tr> <tr> <td><u>Inversión en instalaciones</u></td> <td colspan="2">36.061,00 €</td> </tr> <tr> <td><u>Retorno de la inversión</u></td> <td colspan="2">2,9 años</td> </tr> </tbody> </table>		Proceso antiguo	Proceso nuevo	<u>Balance de materia</u>			Producción	24.239 Tm/a	37.565 Tm /a	Residuos de agua de limpieza a tratar	77.860 l/a	31.120 l/a	Residuos de agua/tonelada	3,21 l / Tm	0,82 l / Tm	Residuos de agua	100 %	25 %	<u>Balance económico</u>			Coste del agua	70,07 €/a	37,34 €/a	Coste gestión residuos de aguas de limpieza	25.140,00 €/a	12.567,00 €/a	<u>Ahorro</u>			Ahorro en consumo de agua	32,73 €/a		Ahorro en la gestión de residuos de aguas de limpieza	12.483,00 €/a		<u>Ahorro total</u>	12.515,73 €/a		<u>Inversión en instalaciones</u>	36.061,00 €		<u>Retorno de la inversión</u>	2,9 años	
	Proceso antiguo	Proceso nuevo																																												
<u>Balance de materia</u>																																														
Producción	24.239 Tm/a	37.565 Tm /a																																												
Residuos de agua de limpieza a tratar	77.860 l/a	31.120 l/a																																												
Residuos de agua/tonelada	3,21 l / Tm	0,82 l / Tm																																												
Residuos de agua	100 %	25 %																																												
<u>Balance económico</u>																																														
Coste del agua	70,07 €/a	37,34 €/a																																												
Coste gestión residuos de aguas de limpieza	25.140,00 €/a	12.567,00 €/a																																												
<u>Ahorro</u>																																														
Ahorro en consumo de agua	32,73 €/a																																													
Ahorro en la gestión de residuos de aguas de limpieza	12.483,00 €/a																																													
<u>Ahorro total</u>	12.515,73 €/a																																													
<u>Inversión en instalaciones</u>	36.061,00 €																																													
<u>Retorno de la inversión</u>	2,9 años																																													

Conclusiones	<p>Con la ejecución del proyecto se ha conseguido reducir el volumen de residuos procedentes de la limpieza de los recipientes de mezcla en un 75%, así como reducir el consumo de agua utilizado para esta finalidad. Así mismo, con la automatización del sistema se ha logrado mejorar la calidad de la limpieza.</p> <p>Esta actuación de prevención en origen de la contaminación es consecuencia de la política medioambiental de Elastogran, S.A., ya que se engloba dentro el marco de mejora continua iniciada por la empresa en el año 1997.</p> <p>La empresa ha llevado a cabo en el año 2001 un diagnóstico ambiental de oportunidades de minimización (DAOM), en colaboración con el Centro para la Empresa y el Medio Ambiente y obtuvo el registro EMAS el mismo año 2001.</p>
---------------------	--

CASO PRÁCTICO 2	
Empresa	PINTURAS JALLUT IBÉRICA, S.L.
País (localización)	España (Polinyà, Barcelona)
Sector Industrial	Fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares.
Tema del proyecto	<u>Modificación de proceso</u> : Reducción y reciclaje en origen de las aguas y disolventes de limpieza.
Consideraciones medioambientales	En el proceso de fabricación de pinturas plásticas, esmaltes y barnices, las corrientes residuales que se general en la etapa de limpieza son, entre otros, disolvente sucio con restos de pigmentos y resinas y aguas sucias con disolvente y/o restos de pigmentos. Estos residuos de limpieza (disolvente y aguas) tenían que ser tratados externamente como residuos industriales líquidos. En el caso del disolvente sucio, un porcentaje de este disolvente ya destilado era devuelto a la empresa y se reutilizaba en la etapa de limpieza.
Antecedentes	La empresa Pinturas Jallut Ibérica decidió llevar a cabo un Diagnóstico Ambiental de Oportunidades de Minimización en colaboración con el Centro para la Empresa y el Medio Ambiente con el objetivo de reducir la generación de estos residuos (entre otros) y, en un segundo plano, reciclar en origen los residuos que queden después de las acciones de reducción.
Resumen de la actuación	<p>La empresa optimizó el proceso de limpieza llevando a cabo una serie de actuaciones para conseguir tanto la reutilización del agua como la del disolvente empleados en la mencionada etapa.</p> <p>La optimización del proceso de limpieza con agua se ha logrado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • con la instalación de mangueras de accionamiento en punta con grupo de alta presión y control de caudal de agua, que permiten una reducción de la cantidad de agua utilizada en la limpieza de las instalaciones destinadas a la fabricación de pintura plástica y, • como complemento a esta actuación de reducción en origen, se instaló un equipo para el tratamiento fisicoquímico (floculación - coagulación y decantación) de las aguas de limpieza para permitir su reaprovechamiento en el proceso. <p>La optimización del proceso de limpieza con disolvente de las instalaciones destinadas a la fabricación de esmaltes y barnices ha sido planteada considerando una alternativa de reciclaje en origen, con la implantación de un equipo de destilación para la recuperación del disolvente y la posterior reutilización en el proceso.</p> <p>Con esta actuación, la empresa ha conseguido reducir en un 100% las corrientes residuales correspondientes a las aguas y disolvente de limpieza generándose, como consecuencia de la actuación, dos nuevas corrientes residuales que corresponden a los fangos procedentes del tratamiento fisicoquímico y a los procedentes del recuperador de disolventes, respectivamente.</p>

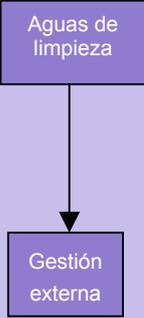
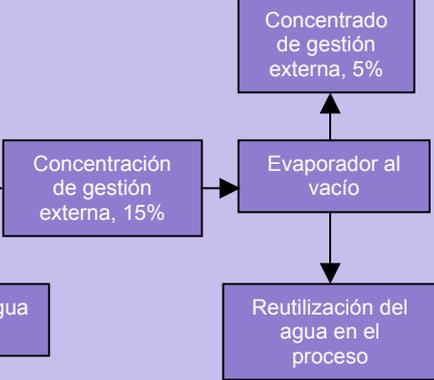
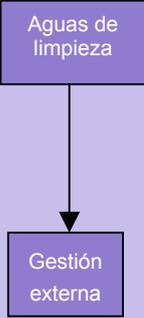
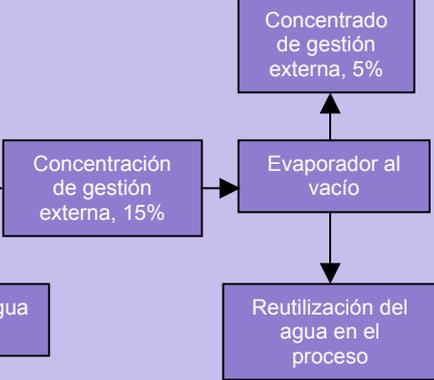
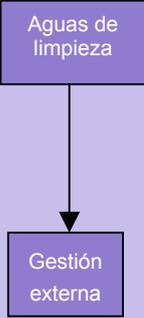
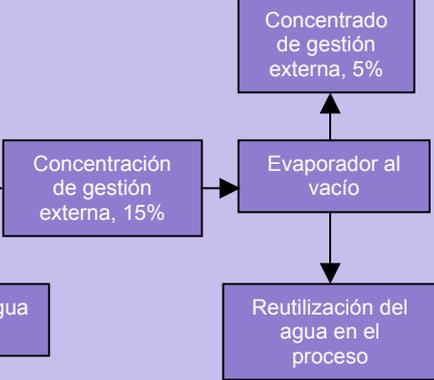
		Proceso antiguo	Proceso nuevo
	Balances	<u>Balance de materia en la etapa de limpieza</u>	
Consumo de agua		150 Tm/a	20 Tm/a
Consumo de disolvente		7 Tm/a	1 Tm/a
Consumo de reactivos para el tratamiento fisicoquímico de las aguas residuales		0 Tm/a	2 Tm/a
Aguas residuales gestionadas externamente		150 Tm/a	0 Tm/a
Disolvente sucio gestionado externamente		7 Tm/a	0 Tm/a
Generación de fangos del tratamiento fisicoquímico de las aguas		0 Tm/a	30 Tm/a
Generación de residuos por destilación del disolvente		0 Tm/a	2 Tm/a
<u>Balance económico en la etapa de limpieza</u>			
Coste de consumo de agua		161,37 €/a	21,52 €/a
Coste de consumo de disolvente		6.310,63 €/a	1.262,13 €/a
Coste de gestión de las aguas residuales		18.030,36 €/a	1.923,24 €/a
Coste de gestión del disolvente como residuo líquido		2.103,54 €/a	0 €/a
Coste de gestión de los fangos de tratamiento fisicoquímico de las aguas residuales		0 €/a	6.310,63 €/a
Coste de gestión del residuo de destilación del disolvente		0 €/a	1.442,43 €/a
<u>Ahorros</u>		15.645,97 €/a	
<u>Inversión</u>			
Mangueras de accionamiento en punta con grupo de alta presión, recuperador de disolventes y unidad de tratamiento fisicoquímico		50.611,23 €	
<u>Retorno de la inversión</u>		3,23 años	
Conclusiones		<p>Una combinación de alternativas de reducción y reciclaje en origen han permitido a la empresa optimizar los ciclos de agua y de disolvente empleados en las etapas de limpieza. El hecho de haberse planteado la adopción de equipos que permiten un ahorro en la cantidad de agua utilizada ha permitido diseñar correctamente (sin sobredimensionamiento) su equipo de tratamiento fisicoquímico.</p> <p>Esta actuación es un ejemplo de como se pueden combinar las actuaciones de minimización para conseguir la optimización de procesos, la reducción en consumo de materias y recursos y la disminución de las corrientes residuales generadas.</p>	

6.2. RECUPERACIÓN Y RECICLAJE EN ORIGEN

CASO PRÁCTICO 3	
Empresa	Tintas K+E, S.A.
País (localización)	España (Vilanova del Vallès, Barcelona).
Sector Industrial	Fabricación de tintas y barnices para las artes gráficas.
Tema del proyecto	<u>Recuperación y reciclaje en origen</u> (Recuperación de disolventes de limpieza mediante destilación al vacío)
Consideraciones medioambientales	Las industrias que fabrican tintas con una fase constituida por un disolvente orgánico consumen cantidades importantes de estos productos que se usan tanto en el mismo proceso de fabricación de las tintas, como en materias primas, como en las operaciones de limpieza de máquinas y aparatos de fabricación. Los disolventes brutos, con restos de pigmentos y de resinas, constituyen un residuo especial.
Antecedentes	<p>Con anterioridad a la puesta en marcha de este proyecto, Tintas K+E, S.A. almacenaba el disolvente sucio hasta acumular un volumen suficiente para ser enviado a un tratador externo, que recuperaba una parte. Ésto implicaba unos gastos importantes y la destrucción final de más de un 70 % del disolvente que no alcanzaba, una vez tratado al exterior, la calidad mínima necesaria para su utilización en operaciones de limpieza dentro de la empresa.</p> <p>Además de la implantación de medidas con el objetivo de reducir el consumo de disolventes en el proceso de fabricación y limpieza, Tintas K+E, S.A. decidió llevar a cabo este proyecto, por un lado, a causa del ahorro en disolvente virgen que podía suponer ya que les permitía asegurar la calidad del disolvente recuperado, y por otro lado, por reducir los gastos que generaba el tratamiento de los disolventes sucios realizado por terceros.</p>
Resumen de la actuación	<p>Instalación de un sistema compacto de destilación al vacío para la recuperación de disolvente en continuo. El 90% del disolvente sucio utilizado en las operaciones de limpieza de las instalaciones es alimentado en el sistema de destilación. El 10% restante se debe gestionar como residuo especial debido a su composición.</p> <p>El disolvente sucio, formado por una mezcla de disolventes con restos de pigmentos y de resinas, se carga en un primer depósito donde tiene lugar una decantación de sólidos y de aquí pasa al hervidor del equipo de destilación. El hervidor incorpora un sistema de niveles que detecta el nivel de fangos acumulados. Cuando este nivel alcance el máximo preestablecido, se atura el proceso, sobre hervidor y se limpia. El disolvente limpio recuperado se almacena en un segundo depósito, desde donde se distribuye a los puntos de consumo.</p> <p>Con el sistema de reciclaje en origen actual, la cantidad de disolvente virgen a incorporar al disolvente destilado para limpiar las instalaciones corresponde, aproximadamente, a un 30% de la cantidad total de disolvente empleado en las operaciones de limpieza. Antes de disponer de esta instalación, el disolvente virgen que se incorporaba correspondía, aproximadamente, a un 87% de la cantidad total de disolvente empleado en las operaciones de limpieza.</p>

<p>Diagrama de proceso</p>	<p>El diagrama muestra un flujo de disolvente desde un depósito sucio hacia un sistema de destilación. El sistema de destilación produce un depósito de disolvente limpio, que se distribuye a la fábrica. Los residuos (fangos) se eliminan.</p>																																												
<p>Balances</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Proceso antiguo (1992)</th> <th>Proceso nuevo (1996)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3"><u>Balance de materia</u></td> </tr> <tr> <td>Disolvente sucio recuperado en origen</td> <td>-</td> <td>56.221 kg/año</td> </tr> <tr> <td>Disolvente sucio recuperado externamente</td> <td>21.280 kg/año</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Residuos destinados a disposición final</td> <td>58.590 kg/año</td> <td>18.740 kg/año</td> </tr> <tr> <td>Disolvente virgen para limpieza</td> <td>69.230 kg/año</td> <td>18.740 kg/año</td> </tr> <tr> <td colspan="3"><u>Balance económico</u></td> </tr> <tr> <td>Coste del disolvente virgen</td> <td>50.762,93 €*</td> <td>13.741,11 €</td> </tr> <tr> <td>Coste de la recuperación en origen</td> <td>-</td> <td>11.713,52 €</td> </tr> <tr> <td>Coste de la recuperación externa</td> <td>5.115,82 €</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Coste de la disposición final</td> <td>19.015,18 €</td> <td>5.631,60 €</td> </tr> <tr> <td><u>Coste total</u></td> <td>74.893,93 €</td> <td>31.086,23 €</td> </tr> <tr> <td><u>Inversión</u></td> <td>-</td> <td>82.068,20 €</td> </tr> <tr> <td><u>Retorno de la inversión</u></td> <td>-</td> <td>1,9 años</td> </tr> </tbody> </table> <p>* Extrapolación de acuerdo con el precio actual del disolvente virgen, aproximadamente 0.73 €/Kg.</p>				Proceso antiguo (1992)	Proceso nuevo (1996)	<u>Balance de materia</u>			Disolvente sucio recuperado en origen	-	56.221 kg/año	Disolvente sucio recuperado externamente	21.280 kg/año	-	Residuos destinados a disposición final	58.590 kg/año	18.740 kg/año	Disolvente virgen para limpieza	69.230 kg/año	18.740 kg/año	<u>Balance económico</u>			Coste del disolvente virgen	50.762,93 €*	13.741,11 €	Coste de la recuperación en origen	-	11.713,52 €	Coste de la recuperación externa	5.115,82 €	-	Coste de la disposición final	19.015,18 €	5.631,60 €	<u>Coste total</u>	74.893,93 €	31.086,23 €	<u>Inversión</u>	-	82.068,20 €	<u>Retorno de la inversión</u>	-	1,9 años
	Proceso antiguo (1992)	Proceso nuevo (1996)																																											
<u>Balance de materia</u>																																													
Disolvente sucio recuperado en origen	-	56.221 kg/año																																											
Disolvente sucio recuperado externamente	21.280 kg/año	-																																											
Residuos destinados a disposición final	58.590 kg/año	18.740 kg/año																																											
Disolvente virgen para limpieza	69.230 kg/año	18.740 kg/año																																											
<u>Balance económico</u>																																													
Coste del disolvente virgen	50.762,93 €*	13.741,11 €																																											
Coste de la recuperación en origen	-	11.713,52 €																																											
Coste de la recuperación externa	5.115,82 €	-																																											
Coste de la disposición final	19.015,18 €	5.631,60 €																																											
<u>Coste total</u>	74.893,93 €	31.086,23 €																																											
<u>Inversión</u>	-	82.068,20 €																																											
<u>Retorno de la inversión</u>	-	1,9 años																																											
<p>Conclusiones</p>	<p>El proyecto de minimización llevado a cabo por Tintas K+E, S.A. permite asegurar la calidad del disolvente recuperado, lo que representa, por un lado, un ahorro importante en el consumo de disolvente virgen, y por otro lado, la reducción de la cantidad de residuos que la empresa destina a disposición final, lo que reduce de manera substancial sus costes ambientales. La implantación de este tipo de práctica contribuye a conseguir procesos de fabricación más respetuosos con el medio ambiente.</p>																																												

CASO PRÁCTICO 4	
Empresa	Detervic, S.A
País (localización)	España (Vic, Barcelona)
Sector Industrial	Químico
Tema del proyecto	<u>Recuperación y reciclaje en origen</u> : Minimización del residuo acuoso y ahorro de recursos mediante un reciclaje en origen.
Consideraciones medioambientales	<p>La empresa DETERVIC, S.A. se dedica a la fabricación y comercialización de jabones, detergentes y otros productos de limpieza y abrillantado para la industria.</p> <p>El proceso productivo de DETERVIC, S.A. consiste en la introducción de reactivos químicos en los mezcladores, según la comulación exacta del producto a fabricar, y su agitación de acuerdo al tiempo especificado para cada formulación. Posteriormente, se procede al envasado del producto directamente en los contenedores de suministro.</p> <p>Al final del proceso de mezcla de los productos químicos en los mezcladores, se procede a su limpieza, lo que genera aguas residuales que son gestionados como residuo especial.</p>
Antecedentes	<p>Según lo que se ha explicado anteriormente, DETERVIC generaba unos residuos líquidos en los cuales el agua es el principal componente en un porcentaje muy elevado, y el resto son los arrastres de los diversos productos retenidos en los mezcladores. Esta situación condujo a la empresa DETERVIC a buscar una solución que permitiera mejorar la situación ambiental y económica de la compañía, y a su vez reducir el consumo de recursos naturales.</p> <p>La actuación se orientó según las premisas siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conseguir un proceso que permitiera la reutilización del agua contenida en los residuos. • Minimizar la cantidad de residuos que finalmente se gestionarían externamente después de haberse separado la parte acuosa. • Obtener el menor tiempo de retorno de la inversión y el menor coste de tratamiento. <p>Como las tecnologías de membrana y de evaporación al vacío son una alternativa a las técnicas clásicas de depuración de aguas residuales, se decidió estudiar la posibilidad de implantar un proceso de estas características en DETERVIC, S.A.</p>
Resumen de la actuación	<p>La actuación ha constado de dos fases:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La primera fase consistió en la implantación de un sistema de depuración mediante un proceso de ultrafiltración tangencial de una capacidad de tratamiento de 2 m³/día. Esta es una técnica de filtración selectiva que utilizan membranas semipermeables que permiten separar partículas sólidas de diámetro muy pequeño con un rendimiento y una reutilización del agua de limpiezas del 85%. El residuo más concentrado, generado en la ultrafiltración, es un residuo especial que era gestionado externamente.

	<ul style="list-style-type: none"> La segunda fase consistió en el tratamiento del residuo concentrado generado en la ultrafiltración mediante una planta de evaporación al vacío de una capacidad de tratamiento de 150 l/día. Esta fase permite la minimización del residuo acuoso en un 95 %, y por tanto, la reutilización del 95 % del agua obtenida en el proceso de evaporación. <p>El conjunto de la actuación ha permitido una minimización del residuo acuoso de un 99% y la reutilización en proceso del agua generada en el mismo porcentaje.</p>																																																		
<p>Diagramas de proceso</p>	<table border="1" style="width:100%; text-align:center;"> <thead> <tr> <th style="width:33%;">PROCESO ANTIGUO</th> <th style="width:33%;">PROCESO NUEVO 1ª FASE</th> <th style="width:33%;">PROCESO NUEVO 2ª FASE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align:top;">  </td> <td style="vertical-align:top;">  </td> <td style="vertical-align:top;">  </td> </tr> </tbody> </table>			PROCESO ANTIGUO	PROCESO NUEVO 1ª FASE	PROCESO NUEVO 2ª FASE																																													
PROCESO ANTIGUO	PROCESO NUEVO 1ª FASE	PROCESO NUEVO 2ª FASE																																																	
																																																			
<p>Balances</p>	<table border="1" style="width:100%; text-align:center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Proceso antiguo</th> <th>Proceso nuevo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3"><u>Balanza de materia</u></td> </tr> <tr> <td>Consumo de agua</td> <td>424 m³/an</td> <td>3,2 m³/an</td> </tr> <tr> <td>Residuo acuoso en gestión externa</td> <td>424 m³/an</td> <td>3,2 m³/an</td> </tr> <tr> <td colspan="3"><u>Balanza económico</u></td> </tr> <tr> <td>Coste del agua</td> <td>176,4 €/an</td> <td>1,33 €/an</td> </tr> <tr> <td>Costes de gestión del residuo acuoso</td> <td>90.000 €/an</td> <td>1.120 €/an</td> </tr> <tr> <td>Coste de transporte del residuo acuoso</td> <td>10.800 €/an</td> <td>96 €/an</td> </tr> <tr> <td>Coste energético</td> <td>0 €/an</td> <td>22.952 €/an</td> </tr> <tr> <td colspan="3"><u>Ahorros y gastos</u></td> </tr> <tr> <td>Ahorro en la compra del agua</td> <td colspan="2">175,07 €/an</td> </tr> <tr> <td>Ahorro en la gestión de residuo acuoso</td> <td colspan="2">99.584 €/an</td> </tr> <tr> <td>Coste energético</td> <td colspan="2">22.952 €/an</td> </tr> <tr> <td><u>Ahorro total</u></td> <td colspan="2">76.807,07 €/an</td> </tr> <tr> <td><u>Inversión en instalaciones</u></td> <td colspan="2">79.100,9 €</td> </tr> <tr> <td><u>Retorno de la inversión</u></td> <td colspan="2">1,03 ans</td> </tr> </tbody> </table>				Proceso antiguo	Proceso nuevo	<u>Balanza de materia</u>			Consumo de agua	424 m ³ /an	3,2 m ³ /an	Residuo acuoso en gestión externa	424 m ³ /an	3,2 m ³ /an	<u>Balanza económico</u>			Coste del agua	176,4 €/an	1,33 €/an	Costes de gestión del residuo acuoso	90.000 €/an	1.120 €/an	Coste de transporte del residuo acuoso	10.800 €/an	96 €/an	Coste energético	0 €/an	22.952 €/an	<u>Ahorros y gastos</u>			Ahorro en la compra del agua	175,07 €/an		Ahorro en la gestión de residuo acuoso	99.584 €/an		Coste energético	22.952 €/an		<u>Ahorro total</u>	76.807,07 €/an		<u>Inversión en instalaciones</u>	79.100,9 €		<u>Retorno de la inversión</u>	1,03 ans	
	Proceso antiguo	Proceso nuevo																																																	
<u>Balanza de materia</u>																																																			
Consumo de agua	424 m ³ /an	3,2 m ³ /an																																																	
Residuo acuoso en gestión externa	424 m ³ /an	3,2 m ³ /an																																																	
<u>Balanza económico</u>																																																			
Coste del agua	176,4 €/an	1,33 €/an																																																	
Costes de gestión del residuo acuoso	90.000 €/an	1.120 €/an																																																	
Coste de transporte del residuo acuoso	10.800 €/an	96 €/an																																																	
Coste energético	0 €/an	22.952 €/an																																																	
<u>Ahorros y gastos</u>																																																			
Ahorro en la compra del agua	175,07 €/an																																																		
Ahorro en la gestión de residuo acuoso	99.584 €/an																																																		
Coste energético	22.952 €/an																																																		
<u>Ahorro total</u>	76.807,07 €/an																																																		
<u>Inversión en instalaciones</u>	79.100,9 €																																																		
<u>Retorno de la inversión</u>	1,03 ans																																																		

Conclusiones	<p>Con la ejecución del proyecto se ha conseguido reducir en 421,8 m³/año el consumo de agua utilizada en su proceso industrial, así como reducir en 421,8 Tm/año el residuo acuoso generado en las limpiezas de los mezcladores de los productos químicos, un residuo clasificado como peligroso. Además la actuación ha permitido a la empresa alcanzar los objetivos fijados y que se enmarquen dentro sus planes de mejora continua de la ISO 14.001.</p> <p>Esta actuación es fruto del diagnóstico ambiental de oportunidades de minimización (DAOM) llevada a cabo por la empresa en colaboración con el Centro para la Empresa y el Medio Ambiente (CEMA) durante el año 2002.</p>
---------------------	---

CASO PRÁCTICO 5	
Empresa	BIOIBÉRICA, S.A.
País (ubicación)	España (Palafolls, Barcelona)
Sector Industrial	Fabricación de productos farmacéuticos
Tema del proyecto	<u>Reciclaje en origen</u> : Instalación de equipos para la reutilización del cloruro sódico utilizado en el proceso de fabricación.
Consideraciones medioambientales	<p>La empresa BIOIBERICA, S.A., se dedica a la fabricación de productos farmacéuticos, condroitinsulfato y heparina, entre otros. Su proceso productivo consta de varias etapas, que incluyen la recepción de las materias primas, las etapas de extracción y las etapas de purificación.</p> <p>En estas fases se utilizan diversas materias y productos químicos, como por ejemplo proteínas, disolventes orgánicos, cloruro sódico, agua, etc., los cuales generan corrientes residuales acuosas con disolventes.</p> <p>Las corrientes residuales que genera el proceso tienen un notable impacto ambiental, sobre todo las aguas madres que se generan durante el proceso de purificación del condroitinsulfato. Esta corriente residual de aguas madres es tratada internamente mediante una columna de destilación que permite recuperar los disolventes y genera otra corriente denominada <i>fondo de destilación</i> que tiene una composición que es una mezcla de cloruro sódico, agua y proteínas, que son de difícil gestión, ya que la elevada concentración de sales solubles hace difícil la inertización o la deposición final.</p>
Antecedentes	<p>Según la explicación anterior, BIOIBERICA S.A., generaba una corriente acuosa-salina denominada fondos de destilación procedente de la columna de destilación que trata los residuos generados en el proceso de purificación del condroitinsulfato. En el año 2002 la empresa se planteó minimizar esta corriente residual de fondos de destilación generada en el tratamiento del residuo de depuración del condroitinsulfato, y de forma paralela, la introducción de una serie de modificaciones para mejorar el proceso productivo.</p> <p>La actuación se orientó según las premisas siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducir el consumo de materias primas. • Reducir la cantidad de residuos generados en el proceso de tratamiento de destilación de aguas madres (proceso de rectificación). • Reutilizar el cloruro sódico. • Reducir el consumo de agua del proceso.
Resumen de la actuación	<p>El residuo generado en el proceso de destilación de las aguas madres, los fondos de destilación, son tratados en un evaporador al vacío provisto de revaporizador y circulación forzada, para evitar la deposición de los cristales en las paredes del aparato, hasta llegar al punto de destilación del cloruro sódico. Cuando el concentrado alcanza este punto, se envía a un filtro tipo nucha donde se retienen los cristales de cloruro sódico, los cuales se limpian con mucha precisión para evitar su redisolución.</p> <p>La actuación permite reutilizar el agua y el cloruro sódico en el proceso. El residuo con contenido proteico actualmente se gestiona mediante destrucción, sin embargo se está estudiando su valorización.</p>

Diagramas de proceso																																																								
	Proceso antiguo	Proceso nuevo																																																						
Balances	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="512 1016 1002 1084"></th> <th data-bbox="1002 1016 1225 1084">Proceso antiguo</th> <th data-bbox="1225 1016 1422 1084">Proceso nuevo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" data-bbox="512 1084 1422 1128"><u>Balance de materia</u></td> </tr> <tr> <td data-bbox="512 1128 1002 1173">Residuo acuoso</td> <td data-bbox="1002 1128 1225 1173">25.000 l/batch</td> <td data-bbox="1225 1128 1422 1173">5.000 l/batch</td> </tr> <tr> <td data-bbox="512 1173 1002 1218">Consumo de cloruro sódico</td> <td data-bbox="1002 1173 1225 1218">2.000 Kg/batch</td> <td data-bbox="1225 1173 1422 1218">880 Kg/batch</td> </tr> <tr> <td data-bbox="512 1218 1002 1263">Consumo de agua</td> <td data-bbox="1002 1218 1225 1263">25 m³/batch</td> <td data-bbox="1225 1218 1422 1263">5 m³/batch</td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="512 1263 1422 1308"><u>Balance económico</u></td> </tr> <tr> <td data-bbox="512 1308 1002 1352">Coste de gestión del residuo acuoso</td> <td data-bbox="1002 1308 1225 1352">6.400 €/batch</td> <td data-bbox="1225 1308 1422 1352">1.156 €/batch</td> </tr> <tr> <td data-bbox="512 1352 1002 1397">Coste de cloruro sódico</td> <td data-bbox="1002 1352 1225 1397">360 €/batch</td> <td data-bbox="1225 1352 1422 1397">158 €/batch</td> </tr> <tr> <td data-bbox="512 1397 1002 1442">Coste de agua</td> <td data-bbox="1002 1397 1225 1442">7,75 €/batch</td> <td data-bbox="1225 1397 1422 1442">1,65 €/batch</td> </tr> <tr> <td data-bbox="512 1442 1002 1487">Coste de proceso</td> <td data-bbox="1002 1442 1225 1487">0 €/batch</td> <td data-bbox="1225 1442 1422 1487">1.500 €/batch</td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="512 1487 1422 1532"><u>Ahorros y gastos</u></td> </tr> <tr> <td data-bbox="512 1532 1002 1576">Ahorro gestión del residuo acuoso</td> <td colspan="2" data-bbox="1002 1532 1422 1576" style="text-align: center;">5.264 €/batch</td> </tr> <tr> <td data-bbox="512 1576 1002 1621">Ahorro en materias primas</td> <td colspan="2" data-bbox="1002 1576 1422 1621" style="text-align: center;">208 €/batch</td> </tr> <tr> <td data-bbox="512 1621 1002 1666">Coste tratamiento agua y proceso</td> <td colspan="2" data-bbox="1002 1621 1422 1666" style="text-align: center;">1.500 €/batch</td> </tr> <tr> <td data-bbox="512 1666 1002 1711"><u>Ahorro por batch</u></td> <td colspan="2" data-bbox="1002 1666 1422 1711" style="text-align: center;">3.972 €/batch</td> </tr> <tr> <td data-bbox="512 1711 1002 1756"><u>AHORRO TOTAL ANUAL</u></td> <td colspan="2" data-bbox="1002 1711 1422 1756" style="text-align: center;">1.449.780 €/año</td> </tr> <tr> <td data-bbox="512 1756 1002 1800"><u>Inversión en las instalaciones</u></td> <td colspan="2" data-bbox="1002 1756 1422 1800" style="text-align: center;">900.000 €</td> </tr> <tr> <td data-bbox="512 1800 1002 1845"><u>Retorno de la inversión</u></td> <td colspan="2" data-bbox="1002 1800 1422 1845" style="text-align: center;">0,62 años</td> </tr> </tbody> </table>			Proceso antiguo	Proceso nuevo	<u>Balance de materia</u>			Residuo acuoso	25.000 l/batch	5.000 l/batch	Consumo de cloruro sódico	2.000 Kg/batch	880 Kg/batch	Consumo de agua	25 m ³ /batch	5 m ³ /batch	<u>Balance económico</u>			Coste de gestión del residuo acuoso	6.400 €/batch	1.156 €/batch	Coste de cloruro sódico	360 €/batch	158 €/batch	Coste de agua	7,75 €/batch	1,65 €/batch	Coste de proceso	0 €/batch	1.500 €/batch	<u>Ahorros y gastos</u>			Ahorro gestión del residuo acuoso	5.264 €/batch		Ahorro en materias primas	208 €/batch		Coste tratamiento agua y proceso	1.500 €/batch		<u>Ahorro por batch</u>	3.972 €/batch		<u>AHORRO TOTAL ANUAL</u>	1.449.780 €/año		<u>Inversión en las instalaciones</u>	900.000 €		<u>Retorno de la inversión</u>	0,62 años	
	Proceso antiguo	Proceso nuevo																																																						
<u>Balance de materia</u>																																																								
Residuo acuoso	25.000 l/batch	5.000 l/batch																																																						
Consumo de cloruro sódico	2.000 Kg/batch	880 Kg/batch																																																						
Consumo de agua	25 m ³ /batch	5 m ³ /batch																																																						
<u>Balance económico</u>																																																								
Coste de gestión del residuo acuoso	6.400 €/batch	1.156 €/batch																																																						
Coste de cloruro sódico	360 €/batch	158 €/batch																																																						
Coste de agua	7,75 €/batch	1,65 €/batch																																																						
Coste de proceso	0 €/batch	1.500 €/batch																																																						
<u>Ahorros y gastos</u>																																																								
Ahorro gestión del residuo acuoso	5.264 €/batch																																																							
Ahorro en materias primas	208 €/batch																																																							
Coste tratamiento agua y proceso	1.500 €/batch																																																							
<u>Ahorro por batch</u>	3.972 €/batch																																																							
<u>AHORRO TOTAL ANUAL</u>	1.449.780 €/año																																																							
<u>Inversión en las instalaciones</u>	900.000 €																																																							
<u>Retorno de la inversión</u>	0,62 años																																																							

Conclusiones	Con la ejecución del proyecto se ha conseguido reducir el consumo de cloruro sódico en 408,8 Tm/año y el residuo asociado a la fabricación del condroitinsulfato en 7.300 m ³ /año, lo que representa reducir en un 80% este residuo que antes generaba la empresa y que es de difícil gestión. Además la compañía está estudiando conseguir que el residuo proteico se convierta en subproducto en lugar de un residuo, lo que representará eliminar totalmente la corriente residual que se generaba anteriormente. Esta actuación se enmarca dentro de los planes de mejora ambiental y de la política de protección en el medio natural de la zona donde se ubica. Esta política se inició con la adhesión al sistema de gestión ambiental ISO 14.001 en 1997 y al EMAS en 1999.
---------------------	---

CASO PRÁCTICO 6	
Empresa	CPQ IBÉRICA, S.A.
País (ubicación)	España (Mollet del Vallès, Barcelona)
Sector Industrial	Fabricación de productos químicos.
Tema del proyecto	<u>Recuperación y reciclaje en origen</u> : Reutilización de las aguas de limpieza industrial.
Consideraciones medioambientales	<p>La producción de estos productos auxiliares para la industria (emulsiones de corte, detergentes, lubricantes,...) se realiza en "batch" es decir, en discontinuo. El procedimiento de cambio de producto en la fabricación implica una limpieza cuidadosa de toda la línea de producción, y esto conlleva la realización de limpiezas intermedias que garanticen la eliminación de restos de productos y eviten la contaminación de las fabricaciones posteriores.</p> <p>A causa de estas limpiezas, se generan unas aguas residuales con una elevada carga contaminante en lo que respecta a DQO y materias en suspensión (MES).</p>
Antecedentes	<p>La empresa realizó un Diagnóstico Ambiental Orientado a la Minimización, en colaboración con el Centro de Iniciativas para la Producción Limpia, donde se evidenciaba la posibilidad de aplicar medidas de mejora en las aguas residuales procedentes de las limpiezas.</p> <p>Los factores que impulsaron a la empresa CPQ Ibérica, SA a llevar a cabo esta inversión fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La necesidad de cumplir los objetivos de calidad ambiental establecidos por la empresa. • La posibilidad de eliminar totalmente la generación de aguas residuales del proceso de limpieza de los equipos.
Resumen de la actuación	<p>Se trata de una modificación del proceso que consiste en la instalación de una planta de microfiltración tangencial para el tratamiento de las aguas de limpieza intermedia.</p> <p>Las aguas de limpieza se hacen pasar por un filtro de malla para eliminar las partículas sólidas superiores a 1 mm. Después, el agua filtrada se lleva al equipo de microfiltración, donde se separan las partículas de medida superior a 0,1 micras, y se produce, de esta manera, una reducción de la cantidad de MES y de DQO.</p> <p>Las aguas procedentes de las limpiezas, tratadas por este sistema de microfiltración pueden ser reutilizadas en el mismo proceso.</p> <p>Como consecuencia de la microfiltración de las aguas, se genera un concentrado, mezcla de los diferentes productos, que actualmente no es recuperable y hay que tratar a través de un gestor autorizado de residuos.</p>

<p>Diagrama</p>																																					
<p>Balances</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Proceso antiguo</th> <th>Proceso nuevo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Consumo de materias y energía</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- agua</td> <td>529 m³/a</td> <td>53 m³/a</td> </tr> <tr> <td>- incremento de potencia instalada</td> <td></td> <td>5,5 Kw</td> </tr> <tr> <td>Costes de proceso</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- agua</td> <td>2.143,3 €/a</td> <td>63,62 €/a</td> </tr> <tr> <td>- incremento de energía</td> <td></td> <td>552,22 €/a</td> </tr> <tr> <td>Coste ambiental</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- gestión de residuos</td> <td>900,36 €/a</td> <td>1.500,60 €/a</td> </tr> <tr> <td>Coste total (€/a)</td> <td>3.043,66 €/a</td> <td>2.116,45 €/a</td> </tr> <tr> <td>Ahorros (€/a)</td> <td colspan="2">927,22 €/a</td> </tr> <tr> <td>Inversión (€)</td> <td colspan="2">42.617,05 €</td> </tr> </tbody> </table>		Proceso antiguo	Proceso nuevo	Consumo de materias y energía			- agua	529 m ³ /a	53 m ³ /a	- incremento de potencia instalada		5,5 Kw	Costes de proceso			- agua	2.143,3 €/a	63,62 €/a	- incremento de energía		552,22 €/a	Coste ambiental			- gestión de residuos	900,36 €/a	1.500,60 €/a	Coste total (€/a)	3.043,66 €/a	2.116,45 €/a	Ahorros (€/a)	927,22 €/a		Inversión (€)	42.617,05 €	
	Proceso antiguo	Proceso nuevo																																			
Consumo de materias y energía																																					
- agua	529 m ³ /a	53 m ³ /a																																			
- incremento de potencia instalada		5,5 Kw																																			
Costes de proceso																																					
- agua	2.143,3 €/a	63,62 €/a																																			
- incremento de energía		552,22 €/a																																			
Coste ambiental																																					
- gestión de residuos	900,36 €/a	1.500,60 €/a																																			
Coste total (€/a)	3.043,66 €/a	2.116,45 €/a																																			
Ahorros (€/a)	927,22 €/a																																				
Inversión (€)	42.617,05 €																																				
<p>Conclusiones</p>	<p>La decisión de realizar esta inversión y modificar el proceso de limpieza no responde a consideraciones económicas, sino a la voluntad de cumplir unos objetivos de calidad ambiental establecidos por la empresa.</p> <p>No obstante, la actuación llevada a cabo por la empresa CPQ Ibérica, SA, ha permitido, no solamente una importante reducción de los vertidos, sino también un ahorro económico.</p> <p>De esta manera, la empresa ha pasado a reducir su consumo de agua, solamente por lo que se realiza en las limpiezas de los reactores, de un 90 % aproximadamente.</p>																																				

6.3. BUENAS PRÁCTICAS

CASO PRÁCTICO 7	
Empresa	SENIGRUP, S.L.
País	Terrasa (Vallès occidental) Barcelona, España.
Sector Industrial	Fabricación de productos químicos para el mantenimiento industrial.
Tema del proyecto	<u>Buenas prácticas ambientales</u> . Reutilización de las aguas de limpieza con restos de producto.
Consideraciones medioambientales	<p>SENIGRUP sigue un sistema de producción en batch, adoptado para poder alcanzar la gran variedad de productos químicos que elabora (jabones, detergentes y artículos de limpieza y abrillantamiento). Este sistema de producción lleva asociado una serie de operaciones correspondientes a la limpieza de reactores, depósitos e instalaciones en general (necesarios para garantizar el nivel de calidad requerido para sus productos).</p> <p>Las limpiezas se realizan con mangueras de accionamiento en punta (caudal reducido, alta presión), pero aunque las limpiezas se realizan con el mínimo consumo de agua posible, se generan unas aguas que representan la casi totalidad de las aguas residuales de la empresa.</p>
Antecedentes	<p>La empresa realizó un Diagnóstico Ambiental de Oportunidades de Minimización, en colaboración con el Centro de Iniciativas para la Producción Limpia, donde se pone de manifiesto que era posible conseguir un nivel de vertido cero con la consiguiente mejora ambiental.</p> <p>SENIGRUP, S.L. ha implantado un Sistema de Aseguramiento de la Calidad donde se han incluido objetivos de mejora continua tanto en el campo de la Calidad en el Producto como en el campo de Calidad en el Medio Ambiente.</p>
Resumen de la actuación	<p>Las acciones llevadas a cabo como consecuencia de este diagnóstico han conseguido no solo una reducción de las corrientes residuales generadas por la empresa, sino una mejora en su gestión. Estas actuaciones han repercutido tanto en el coste de depuración de estos residuos como en el nivel de calidad del producto.</p> <p>Como resultado de un estudio de los procesos productivos, un análisis de los materiales y un balance de las posibles propuestas y opciones de mejora para conseguir una reducción de las corrientes residuales generadas por la empresa, se llevaron a la práctica las actuaciones siguientes, siempre respetando la calidad deseada del producto final:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reutilización de las aguas con restos de productos procedentes de la limpieza de los reactores: <ol style="list-style-type: none"> a) Organizando el orden de fabricación de las partidas por familias de productos, para eliminar la necesidad de limpieza del reactor entre ellas.

	<p>b) Reservando las aguas de limpieza en bidones, para ser reutilizadas en las partidas fabricadas posteriormente, En función de las viscosidades de los productos a fabricar, se recalculan las cantidades a añadir de cada materia prima a fin de incluir a la formulación de los productos, las aguas de limpieza recogidas. Según la viscosidad de las aguas y del producto a fabricar estas aguas se incorporarán como materia prima, o bien se adicionarán al final del proceso.</p> <p>c) Gestionando externamente las aguas residuales procedentes de la limpieza de partidas que se fabrican en poca cantidad y/o ocasionalmente.</p> <p>2. Segregación en origen de los diferentes tipos de residuos generados (envases, embalajes, material absorbente); se aumenta, de esta manera, su potencial de valorización.</p> <p>3. Racionalización y optimización del almacén: disponer e identificar las zonas de almacenaje. Así, se favorecen las condiciones para evitar el deterioro del envase o del producto y se reduce la posibilidad de incendios, confusiones y fugas i/o vertidos de productos.</p> <p>4. Las actuaciones anteriores fueron acompañadas de sesiones de formación al personal de la empresa. Con la aplicación de buenas prácticas, consiguieron un nivel de calidad más alto con una disminución en la generación de residuos.</p> <p>Con la nueva estrategia de reciclaje en origen, únicamente un 10 % de las aguas de limpieza generadas queda fuera del circuito cerrado de aguas, y es gestionado externamente como residuo líquido.</p>																																				
<p>Esquema del proceso</p>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="background-color: #d9ead3;">Proceso antiguo</th> <th colspan="3" style="background-color: #d9ead3;">Proceso nuevo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="border: 1px solid black;">Recepción</td> <td style="border: 1px solid black;">Producción</td> <td style="border: 1px solid black;">Expedición</td> <td style="border: 1px solid black;">Recepción</td> <td style="border: 1px solid black;">Producción</td> <td style="border: 1px solid black;">Expedición</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border: 1px solid black;">↓</td> <td></td> <td></td> <td style="border: 1px solid black;">↓</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border: 1px solid black;">Limpiezas</td> <td></td> <td></td> <td style="border: 1px solid black;">↓</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border: 1px solid black;">↓</td> <td></td> <td style="border: 1px solid black;">Almacén en bidones para reutilización</td> <td style="border: 1px solid black;">↓</td> <td style="border: 1px solid black;">Gestión externa</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border: 1px solid black;">Vertido al alcantarillado</td> <td></td> <td style="border: 1px solid black;">↑</td> <td style="border: 1px solid black;">Reincorporación al producto</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Proceso antiguo			Proceso nuevo			Recepción	Producción	Expedición	Recepción	Producción	Expedición		↓			↓			Limpiezas			↓			↓		Almacén en bidones para reutilización	↓	Gestión externa		Vertido al alcantarillado		↑	Reincorporación al producto	
Proceso antiguo			Proceso nuevo																																		
Recepción	Producción	Expedición	Recepción	Producción	Expedición																																
	↓			↓																																	
	Limpiezas			↓																																	
	↓		Almacén en bidones para reutilización	↓	Gestión externa																																
	Vertido al alcantarillado		↑	Reincorporación al producto																																	

Balances		Proceso antiguo	Proceso nuevo
	Aguas consumidas (base 1998=1)		1
Precio unitario (incluyendo los impuestos de captación y saneamiento)		0,31 €/m ³	0,2 €/m ³
Coste estimado		104,9 €/año	51,25 €/año
Generación de aguas residuales procedentes de la limpieza de las instalaciones		1	0,10
Coste estimado en caso de gestión como residuo líquido		14.376,21 €/año	1.436,42 €/año
Inversión en las instalaciones		Insignificante	
Ahorro debido a las buenas prácticas		53,66 €/año	
Conclusiones	<p>Con unas simples modificaciones del procedimiento de limpieza y, sobretodo, con la aplicación de buenas prácticas identificadas y recomendadas en el Diagnóstico Ambiental de Oportunidades de Minimización, SENIGRUP,S.L., ha conseguido un nivel de vertido cero y una reducción del coste de gestión medioambiental.</p> <p>Estas actuaciones las ha permitido una revisión de los parámetros incluidos en los impuestos de saneamiento, que ha comportado una reducción en los costes asociados al agua.</p> <p>Estas actuaciones forman parte de los objetivos incluidos en la política medioambiental de la empresa, definida conjuntamente con la política de calidad, de manera que se integren, así, los conceptos de calidad y medio ambiente al sistema de gestión de la empresa.</p>		

CASO PRÁCTICO 8	
Empresa	KAO CORPORATION, S.A.
País	España (Barberà del Vallès, Barcelona)
Sector Industrial	Químico. Fabricación de aromas y fragancias.
Tema del proyecto	<u>Buenas prácticas ambientales</u> : Reducción de efluentes por mejora de procedimientos de limpieza de equipos y reactores.
Consideraciones medioambientales	<p>La calidad de los productos y su coste son los dos factores más importantes en un mercado de alta exigencia y competitividad como es el de aromas y fragancias.</p> <p>El proceso de fabricación de aromas y fragancias requiere un alto índice de limpieza con agua tanto de instalaciones en general como de reactores en particular. La operación se efectúa secuencialmente, con agua y vapor de agua. Esto conlleva la generación de efluentes con una elevada DQO.</p>
Antecedentes	<p>La depuración de las aguas residuales procedentes de las operaciones de limpieza resulta muy cara y el coste del obligado tratamiento externo es muy elevado, por lo que el coste final de los productos de fabricación queda substancialmente afectado.</p> <p>La solución adoptada por Kao Corporation fue la de minimizar esta corriente residual mediante un conjunto de actuaciones de buenas prácticas, sin apenas inversión.</p>
Resumen de la actuación	<p>Se trata de una actuación con múltiples fases realizada entre 1992 y 1994. Después de una revisión de los parámetros de diseño de los procesos y del análisis de posibles mejoras, así como de las repercusiones que éstas puedan tener en la calidad del producto acabado (lo que requirió efectuar un cierto número de pruebas piloto), se llevaron a cabo las siguientes acciones concretas:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Eliminación de uno de los cuatro limpiadores que se hacían en cada fabricación. b) Reutilización del condensado del vaporizado final par el siguiente lavado. c) Reducción del 20 % del tiempo de vaporizado. d) Estructuración del orden de fabricación por familias de productos. <p>Estas acciones se completaron con la formación e información de todo el personal implicado en el proceso sobre el objetivo de los cambios y la forma de conseguirlos. La racionalización de las operaciones de limpieza de los reactores ha supuesto además una ganancia del tiempo disponible para la fabricación de los productos y, por tanto, de la capacidad real de producción.</p>

Balances	Expresados relativamente a una base al año 1991=1		
		Con el procedimiento de limpieza anterior (1992)	Con el procedimiento de limpieza actual
	Balance de agua y energía		
	- Agua	1	0,75
	- Vapor	1	0,75
	Generación de residuos (kg de residuos/ Tm de producto)	1	0,50
	Balance económico		
	- Residuos generales (€/año)	1	0,50
	- Gestión de residuos (€/kg residuos)	1	0,73
	- Disponibilidad de planta	1	1,06
	Coste total de la gestión de residuos (€/kg producto)	1	0,3775
	Ahorro a causa de la minimización de residuos		165.066 €/año
	Beneficio por el incremento de la capacidad de producción		33.013 €/año
	Beneficios totales		198.079 €/año
	Inversión		negligible
	Retorno de la inversión		inmediato
Conclusiones	<p>Los resultados del conjunto de acciones llevadas a cabo han tenido una incidencia muy notable en el balance económico y medioambiental de este centro productivo.</p> <p>Hay que destacar que mediante la reflexión de los “por qué” de los procedimientos utilizados –las llamadas buenas prácticas- se puede conseguir una mejora de los procesos productivos que conlleva reducir significativamente el gasto asociado a la generación de un efluente con elevada DQO sin haber realizado prácticamente ninguna inversión (exceptuando la de formación / información del personal de planta y la de las pruebas piloto).</p> <p>En este caso, como en tantos otros, es destacable de igual manera el aumento de la producción en un 6% a causa de la disminución del tiempo de limpieza entre cargas.</p>		

CASO PRÁCTICO 9	
Empresa	BAKELITE HERNANI, S.A.
País	España (Hernani, Guipúzcoa)
Sector Industrial	Químico. Fabricación de resinas sintéticas.
Tema del proyecto	<u>Buenas prácticas operativas en producción</u> : Reducción de efluentes por mejora de procedimientos de limpieza de equipos y reactores.
Consideraciones medioambientales	<p>La empresa se dedica fundamentalmente a la fabricación de resinas sintéticas que son empleadas en diversos sectores como el de la aglomeración de madera y fibra textil, el de fabricación de menaje de cocina y baño, el de automoción o el de fundición.</p> <p>La empresa posee 2 centros productivos en el País Vasco, uno situado en Hernani (Guipúzcoa) y otro en Lantarón (Alava).</p> <p>En el primero de ellos, que es donde se ha instalado la Planta de Recuperación de Fenol, se producen fundamentalmente resinas fenólicas sólidas (novolacas) y dos tipos de compuestos derivados de ellas: compuestos en polvo y polvos de moldeo.</p> <p>La empresa dispone de certificado de calidad según la norma ISO-9000 y se prevé que obtenga el certificado de Gestión Medioambiental según la norma ISO 14001.</p>
Antecedentes	<p>Como resultado de la realización en 1995, de un Proyecto sobre la Incidencia en el Medio Ambiente Atmosférico de la actividad de la empresa., se comprobó que el incinerador de que se disponía para quemar efluentes procedentes de la destilación de resinas debía ser modificado para poder cumplir con los límites legales de emisiones atmosféricas. Debido al elevado coste de la modificación y a la antigüedad del equipo, se optó una alternativa que permitía separar y reutilizar algunos de los componentes de las aguas.</p>
Resumen de la actuación	<p>Después de una etapa previa de decantación, las aguas procedentes de la destilación de las resinas son enviadas a una columna de absorción, donde el fenol contenido en las aguas (50.000 ppm), es extraído de la fase acuosa por medio de un disolvente selectivo.</p> <p>Posteriormente, el fenol y el disolvente son separados en una columna de destilación.</p> <p>Al final del proceso se obtiene un fenol del 99% de pureza que es utilizado como materia prima, el disolvente que es reutilizado en el proceso de absorción y unas aguas con un contenido de fenol mucho menor que son vertidas a un colector industrial sin problemas.</p> <p>Con el fin de reducir más la carga contaminante de las aguas, se ha instalado una segunda torre de destilación para recuperar el metanol contenido en las aguas. Esta etapa del proceso esta en periodo de pruebas.</p>

Imágenes



Figura 1. Imagen de la planta



Figura 2. Imagen de la planta

Balances

Consumo anual de materiales/impactos anuales	Antes	Después	Reducción	Indicadores (después)
Consumo de fenol	6.991 tm	6.778 tm	3 %	0,87 kg de fenol / kg de resina producida
Volumen de aguas residuales	3.624 m ³	3.404 m ³	6 %	0,44 kg de aguas/ kg de resina producida

Balance económico anual	Coste unitario	Coste total	Indicadores (después)
Inversión (€/año)	432.728,72 €	432.728,72 €	
Costes adicionales anuales		26.000,83 €	
- Costes de financiación (5% financiación)		18.631 €	
- Mantenimiento (2% inversión)		7.452,55 €	
Reducción costes anuales		140.820,9 €	
- Ahorro costes de materiales	0,66 € x 213.365 Kg	140.820,9 €	0,018 €/kg de resina producida
Ahorros anuales totales		114.974,52 €	
Periodo de amortización		3,24 años	

Conclusiones	Beneficios: <ul style="list-style-type: none">- Ahorros anuales de casi 120.000 euros.- Reducción en el consumo de materias primas.- Reducción en el volumen y carga contaminante de las aguas vertidas a colector.
---------------------	---

CASO PRÁCTICO 10	
Empresa	ENERGIA PORTATIL, S.A.
País	España (Oñati, Guipúzcoa)
Sector Industrial	Químico. Fabricación de pilas secas eléctricas, linternas, bióxido de manganeso electrolítico (EDM) y al diseño y fabricación de máquinas especiales.
Tema del proyecto	<u>Buenas prácticas operativas en producción</u> : Reutilización de gases de horno.
Consideraciones medioambientales	<p>Para la elaboración del dióxido de manganeso electrolítico, se utiliza el proceso productivo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Secado del dióxido de manganeso natural en un horno rotativo de gas natural. 2. Molienda del dióxido de manganeso natural junto con carbón vegetal. 3. Reducción del MnO_2 en horno rotativo para obtener MnO y CO_2. 4. Disolución del Mineral reducido (MnO_2) con ácido sulfúrico a $80\text{ }^\circ\text{C}$ para obtener $MnSO_4$. 5. Separación de impurezas mediante aireación (oxidación) y decantación. 6. Deposición por electrólisis del bióxido de manganeso electrolítico en cubas electrolíticas con ánodos de titanio y cátodos de plomo. 7. Extracción del MnO_2 de las cubas de electrólisis. 8. Molienda en un molino. <p>Para su proceso productivo, la empresa realiza unos consumos de energía:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Carbón: En la molienda del dióxido de manganeso natural. - Gas Natural: En el horno del proceso de secado del dióxido de manganeso natural. - En el horno del proceso de reducción del dióxido de manganeso natural. - Energía Eléctrica: Accionamiento de máquinas y mecanismos. - Vapor: Para el calentamiento de la cuba de electrólisis. <p>La empresa posee las certificaciones ISO 9002 e ISO 14001 (Aenor).</p>
Antecedentes	<p>Durante los últimos años, la empresa ha realizado esfuerzos en investigación para adecuar tecnológicamente su proceso productivo. Como consecuencia de ello, se ha comprobado la posibilidad de incrementar la productividad, reducir los consumos de materias primas y energía y mejorar la calidad del producto final mediante la adecuada selección de los parámetros de las distintas etapas productivas y la adecuación tecnológica de las mismas.</p> <p>Este proyecto se enmarca dentro de estas mejoras, que prevén un aumento de la capacidad productiva en un 50%.</p> <p>Las mejoras energéticas se van a introducir en el conjunto de procesos secado-molienda-reducción del dióxido de manganeso natural.</p>

	<p>Actualmente, el secado del mineral se lleva a cabo en un horno rotativo de gas natural como etapa previa a la reducción. Los gases calientes (880 °C) que se producen en los hornos de reducción del mineral son expulsados sin aprovechar su calor en el proceso. El consumo anual de energía en los dos hornos es:</p> <p>Gas Natural..... 12.800.000 te (PCS) =..... 1.152 tep</p>																				
<p>Resumen de la actuación</p>	<p>La mejora realizada consiste en reconducir los gases calientes (880 °C) que se producen en los hornos de reducción para su aprovechamiento en el proceso de secado del mineral.</p> <p>La reconducción de los gases calientes aporta las mejoras de la eficiencia energética (mejora del rendimiento) y medioambientales siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reducción del consumo de gas natural en el horno de secado debido a que los gases calientes procedentes del horno de reducción ayudan al secado del mineral. - Reducción de las emisiones (en general) como efecto directo de la mejora energética. <p>Las reducciones en las emisiones serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reducción de emisiones de CO₂..... 566,37 t/año - Reducción de emisiones de NOx..... 1.305 kg/año - Reducción de emisiones de SO₂..... 2,61 kg/año <p>Consumo anual de energía será:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gas Natural..... 9.900.000 te (PCS) =..... 891 tep 																				
<p>Balances</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="416 1283 767 1395">Consumo anual de materiales/impactos anuales</th> <th data-bbox="767 1283 963 1395">Antes</th> <th data-bbox="963 1283 1166 1395">Después</th> <th data-bbox="1166 1283 1362 1395">Reducción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="416 1395 767 1440">Consumo de gas natural</td> <td data-bbox="767 1395 963 1440">1.152 tep/año</td> <td data-bbox="963 1395 1166 1440">891 tep/año</td> <td data-bbox="1166 1395 1362 1440">22,66%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="416 1440 767 1485">Emisiones de CO₂</td> <td data-bbox="767 1440 963 1485">2.499,84 t/año</td> <td data-bbox="963 1440 1166 1485">1.933,47 t/año</td> <td data-bbox="1166 1440 1362 1485">22,66%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="416 1485 767 1529">Emisiones de NOx</td> <td data-bbox="767 1485 963 1529">5.760 kg/año</td> <td data-bbox="963 1485 1166 1529">4.455 kg/año</td> <td data-bbox="1166 1485 1362 1529">22,66%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="416 1529 767 1574">Emisiones de SO₂</td> <td data-bbox="767 1529 963 1574">11,52 kg/año</td> <td data-bbox="963 1529 1166 1574">8,91 kg/año</td> <td data-bbox="1166 1529 1362 1574">22,66%</td> </tr> </tbody> </table>	Consumo anual de materiales/impactos anuales	Antes	Después	Reducción	Consumo de gas natural	1.152 tep/año	891 tep/año	22,66%	Emisiones de CO ₂	2.499,84 t/año	1.933,47 t/año	22,66%	Emisiones de NOx	5.760 kg/año	4.455 kg/año	22,66%	Emisiones de SO ₂	11,52 kg/año	8,91 kg/año	22,66%
Consumo anual de materiales/impactos anuales	Antes	Después	Reducción																		
Consumo de gas natural	1.152 tep/año	891 tep/año	22,66%																		
Emisiones de CO ₂	2.499,84 t/año	1.933,47 t/año	22,66%																		
Emisiones de NOx	5.760 kg/año	4.455 kg/año	22,66%																		
Emisiones de SO ₂	11,52 kg/año	8,91 kg/año	22,66%																		

Balances	Balance económico anual	Coste unitario	Coste total
	Inversión Costes adicionales anuales - Financiación (4%) Reducción costes anuales - Ahorro consumo Gas Natural Ahorros anuales totales Período de amortización		0,021746 € x 2.900.000 te (PCP)
Conclusiones	Beneficios: - Reducción del consumo de energía específica en horno de secado. - Reducción de emisión de gases contaminantes en 566,37 t/año de CO ₂ , 1.305 kg/año de NOx y 2,61 kg/año de SO ₂ . - Reducción del gasto energético en 63.063 € anuales.		

CASO PRÁCTICO 11	
Empresa	HUNOLT, S.A.
País	España (Beasain, Guipúzcoa)
Sector Industrial	Químico. Fabricación de tintas para imprenta tales como: offset, heat-set, huecograbado y flexografía, de seguridad (papel moneda, sellos, pasaportes, loterías, etc.).
Tema del proyecto	<u>Buenas prácticas operativas en producción</u> : Utilización de envases de mayor capacidad.
Consideraciones medioambientales	<p>Los principales procesos productivos están basados en la fabricación de tintas líquidas por agitación y por molienda en molino horizontal y la fabricación de tintas grasas, por agitación, por molienda en molino vertical y por tricilíndricas.</p> <p>La capacidad tecnológica de la empresa se sustenta en la actualización de sus conocimientos, en la aplicación y adaptación de las tecnologías según las necesidades del cliente, en la experiencia profesional y en la búsqueda de nuevas soluciones tecnológicas. Uno de los últimos desarrollos son las tintas para la fabricación del euro. La internacionalización de la compañía está ratificada por sus ventas en más de 20 países. Las ventas al exterior representan el 40% de la facturación.</p> <p>La compañía garantiza la calidad de sus productos y servicios gracias al cumplimiento con los sistemas de gestión de calidad ISO 9001.</p>
Antecedentes	Debido a la necesidad de la empresa de elaborar un Plan de Prevención de Envases, la compañía estudió las posibles actuaciones para la reducción del consumo de envases y/o embalajes en la distribución de sus productos finales a clientes.
Resumen de la actuación	<p>La empresa realiza la distribución de sus tintas a través de envases de pequeñas dimensiones y capacidad tales como envases de 1-2 ½ kg. y bidones de 20-25 litros.</p> <p>Estos envases una vez consumidos por el cliente, deben ser entregados a gestor autorizado por tratarse de envases que han contenido residuos peligrosos, lo que supone elevados costes de gestión y de transporte, aparte de un elevado consumo de envases diferentes.</p> <p>A partir de la necesidad de elaborar un Plan de Prevención de Envases, se ha decido realizar esta distribución a través de envases de mayor capacidad, tales como bidones de 200 litros y contenedores.</p> <p>Los contenedores empleados son de 2 tipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ADR, que por el tipo de tinta que contienen deberán ser inspeccionados cada 2 años y medio. Si el contenedor pasa la inspección satisfactoriamente, volverá a ser utilizado durante el mismo periodo de tiempo. Si el contenedor no pasa la inspección, éste deberá ser gestionado como residuo peligroso. - NO ADR que no necesitan inspecciones. <p>Ambos contenedores son reenviados por el cliente una vez consumido el producto.</p>

En apenas 5 años, se ha llegado a realizar el 25 % de la distribución de productos finales a través de este nuevo sistema de distribución.

Imágenes

Figura 1. Envases pequeños 1 - 2 ½ kg



Figura 2. Bidones 20 -25 litros



Figura 3. Contenedor ADR 1000 litros



Figura 4. Contenedor No ADR 1000 litros

Balances	Consumo anual de materiales/impactos anuales				Indicadores (después)
	Antes	Después	Reducción		
	Consumo de envases pequeños (1-2 ½ kg)	318 Tm	265 Tm	17 %	0,13 kg envase / litro
	Consumo de bidones (20-25 l)	146 Tm	99 Tm	32%	0,07 kg envase / litro
Balance económico anual		Coste unitario	Coste total	Indicadores (ahorro)	
Inversión			199.344 €		
	- Bidones volumen 200 l	18,63 € x 600 bidones	11.178 €	0,09 €/litro	
	- Contenedores volumen 1000 l (no ADR)	510,9 € x 340 contenedores	173.706 €	0,51 €/litro	
	- Contenedores volumen 500 l (ADR)	108,2 € x 17 contenedores	1.839 €	0,22 €/litro	
	- Contenedores volumen 1000 l (ADR)	360,60 € x 35 contenedores	12.621 €	0,36 €/litro	
Costes adicionales anuales			58.456 €		
	- Contenedores 1000 l (ADR) no devueltos	510,90 € x 515 contenedores	26.056 €	0,51 €/litro	
	- Bidones 20 - 25 l	2,70 € x 12.000 bidones	32.400 €	0,12 €/litro	
Reducción costes anuales			198.862€		
	- Ahorro costes envases pequeños (1-2½)	0,60 € x 199.549 envases	119.549 €		
	- Ahorro costes bidones 20-25 l	2,70 € x 29.375 € bidones	79.313 €	0,12 €/litro	
Ahorros anuales totales			140.406 €		
Período de amortización			1,42 años		
Conclusiones	<p>Beneficios:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reducción del consumo de envases en 100 toneladas. - Aumento de la productividad en 562,2 toneladas de tinta al hacer la distribución en contenedores más grandes. - Mejora en las condiciones de trabajo ya que se facilita el envasado y manipulación del producto. 				

CASO PRÁCTICO 12	
Empresa	A&B LABORATORIOS DE BIOTECNOLOGÍA, S.A.
País	España (Beasain, Guipúzcoa)
Sector Industrial	Químico. Empresa de base tecnológica e innovadora que como centro de investigación pretende dar respuesta a las necesidades de mantenimiento industrial con productos alternativos a los químicos tradicionales, a través de tecnologías limpias y de la biotecnología.
Tema del proyecto	<u>Buenas prácticas operativas en producción</u> : Eliminación de materias primas de bajo consumo y aumento de competitividad de productos. Química verde.
Consideraciones medioambientales	<p>A&B pretende avanzar por la investigación, la innovación, el ecodiseño y la realización de análisis del ciclo de vida (ACV) con objeto de introducir en las empresas "productos limpios" y la biotecnología industrial, con ecoproductos elaborados mediante la selección de cepas naturales no patógenas de microorganismos especializados, consiguiendo con ello evitar residuos contaminantes y favorecer la bioremediación. El objetivo tecnológico de la empresa es el de producir microorganismos (bacterias) y enzimas para el sector químico, mediante su fermentación, liofilización, centrifugación, desecación, etc., y su posterior activación, y en un futuro a corto plazo (2-3 años) estar en disposición técnica y de capacidad productiva para afrontar el reto de producir microorganismos para sectores industriales tales como: Agricultura, agroalimentaria, farmacéutica, fitosanitaria, metalúrgica, etc.</p> <p>A&B Laboratorios de Biotecnología S.A., pretende ser una empresa orientada a la satisfacción del cliente, con un desarrollo y progreso sostenido y reforzando sus ventajas competitivas, todo ello bajo una estrategia de gestión tomada por la alta Dirección que sigue la metodología de E.F.Q.M., de excelencia empresarial, como referente para evaluar y mejorar de forma continua todo el Sistema de Gestión Integral implantado bajo las Normas Internacionales UNE EN ISO 9001:00 y UNE EN ISO 14001:96.</p> <p>Dispone de personal altamente cualificado, con una larga experiencia en proyectos de I+D+I, en colaboraciones con Centros Tecnológicos y organismos públicos, en actividades de diseño y desarrollo industrial y más de 10 años trabajando en bioprocesos.</p> <p>Entre los equipamientos disponibles actualmente cabe destacar los siguientes: Turboagitadores, mezcladoras, envasadoras, bombas de trasiego, depósitos de calentamiento, diluidores, descalcificadores, etc. En lo relativo al equipamiento de laboratorios, se cuenta con instrumental básico de calidad y de investigación.</p>
Antecedentes	El Dpto. de Compras, almacenamiento y el Dpto. Técnico conjuntamente detectan que existen unas cantidades de materias primas de bajo consumo y de muy poca rotación, lo que obliga a tener almacenamientos prolongados con el consiguiente riesgo de caducidad de dichas materias primas y su posterior transformación en residuo peligroso, con la consiguiente ocupación de una parte del almacén, la cual no puede ser utilizada para almacenar otras materias primas y la existencia de un inmovilizado importante, como consecuencia de todo ello surgió la idea de sustituir dichas materias primas de bajo consumo por otras que ya se consumían de forma regular o por una mezcla de ellas con la misma funcionalidad.

Resumen de la actuación	<p>El Dpto. Técnico realiza a fondo un estudio de las propiedades de las materias primas en el producto final, para ello se utiliza la información técnica de los proveedores (fichas técnicas, fichas de especificaciones y hojas de seguridad) y según las prestaciones finales del producto en el mercado y en base a la experiencia del Dpto. Técnico y a las consultas con los Dptos. Técnicos de los proveedores, se hace una primera selección de otras materias primas de consumo regular que podrían reemplazar por si solas o mediante combinación a las anteriores. Se realizan formulas prototipos alternativas a la formulación original sin ya contener la materia prima que se quiere eliminar, se experimenta a través de ensayos en laboratorios y verificación final de propiedades con clientes.</p> <p>Después del estudio anterior el Dpto. Técnico realiza la validación final y se procede a implantar las nuevas formulaciones.</p> <p>También se detecta que se pueden dar unas mayores prestaciones al producto en cuanto a eficacia y eficiencia de actuación y mejora medioambiental, según la filosofía de la empresa de fomentar las tecnologías limpias y de seguridad del producto final.</p> <p>Como consecuencia adicional sobre el control inicial de almacenes se ha establecido un programa informático de control inteligente permitiendo la optimización de fabricaciones y control de almacenamientos.</p> <p>Se han establecido programas informáticos de control inteligente sobre los almacenes, lo cual ha permitido una optimización del proceso evitando trasvases innecesarios y minimizando la generación de residuos.</p> <p>Todo ello se ha traducido en un aumento de ventas de los productos afectados, al mejorar también sus propiedades, aumentando su competitividad en el mercado.</p> <p>Las sustancias sustituidas y las sustancias alternativas implantadas, son las que figuran en la figura 1.</p> <p>La sustitución de elementos anticorrosivos en grasas de mantenimiento industrial por productos mas biodegradables y su impacto medioambiental, origina productos mas limpios y además mas competitivos, como es el caso de la grasa ecológica MT 139, con componentes totalmente inertes al medio ambiente y adecuada para su aplicación en zonas a la intemperie, sensibles a la Naturaleza con maquinaria o tránsito.</p> <p>El primer paso fue recopilar información del proceso y tener datos disponibles asociados a través de una base de datos en Access (por ejemplo cantidades fabricadas de cada producto y número de materias primas asociadas, costes de fabricación a cada producto, tipo de envase....), estudiando esto se marcaron unos mínimos de cantidad en almacenes y se optimizaron las ordenes de fabricación teniendo en cuenta para cada producto costes de mano de obra, rotación de materias primas implicadas, posibilidad de almacenamiento etc. (Por ejemplo se vio que en el producto A era más rentable fabricar 3000 litros al trimestre que 1000 al mes o bien del producto B realizar 500 litros cada mes que 1500 al trimestre, etc.). Además se profundizó en el tipo de envase utilizado y su rotación, optimizando el envasado (anteriormente se hacia a "ojo" envasando un poco en cada tipo de envase), ello ha conllevado realizar un menor número de trasvases y minimizar residuos de envases.</p>
--------------------------------	--

	El programa se alimenta informáticamente con los datos de cada jornada y se reajusta cuando los desfases superan un rango establecido. Se ha implicado a todo el personal de producción y almacenes tomándose la experiencia como positiva y enriquecedora además de mejorar las condiciones de trabajo al optimizarse el proceso.			
Tabla	Sustancia eliminada / sustituida	Uso tradicional	Problemática	Alternativa implantada en A&B
	ETILENGLICOL	Anticongelante	Producto nocivo	Propilenglicol
	CLORURO DE BELZANCONIO	Bactericida	Baja actividad en presencia de materia orgánica	Cloruro de tetraalquiamonio
	ADITIVO ANTICORROSIVO	Fluidos de corte	Sustancia utilizada en un solo producto	Aditivo anticorrosivo multifuncional válido para más aplicaciones
	DISOLVENTE AROMÁTICO (con mezcla de tolueno, xileno)	Desengrase y limpieza	Posibilidad de sensibilización y nocivo por inhalación e irritación por contacto	Disolventes hidrotratados
	D-LIMONENO (TERPERNO DE NARANJA)	Desengrase y limpieza	Peligroso para el medio ambiente, sensibilizante, irritación piel-ojos	Formulaciones detergentes en base acuosa y disolventes alcohólicos fácilmente biodegradables
	GLUTARALDEHIDO	Desinfectantes	Producto muy tóxico	Mezcla de desinfectantes no tóxicos con acción sinérgica
	NITRITO SÓDICO	Anticorrosivo	Puede generar nitrosaminas tóxicas para los usuarios	Anticorrosivos solubles sintéticos
Figura 1: Sustancias utilizadas y sus alternativas				

Balances	Consumo anual de materiales/impactos anuales			
		Antes	Después	Reducción
	Etilenglicol	1250 Kg	0 Kg	100%
	Cloruro de benzalconio	662 Kg	0 Kg	100%
	Disolvente aromático	327 Kg	0 Kg	100%
	Aditivo anticorrosivo	1915 Kg	0 Kg	100%
	D-limoneno (terperno de naranja)	11.934 Kg	5.822 Kg	43,78%
	Glutaraldehido	1.299 Kg	773 Kg	59,5%
	Nitrito sodico	50 Kg	0 Kg	100%
	Productos alternativos	0 Kg	14.329 Kg	-100%
Volumen de residuos (envases metálicos peligrosos)	1.564 Kg	593 Kg	37,91%	
Balances	Balance económico anual			
		Coste unitario	Coste total	
	Inversión		0 €	
	Costes adicionales anuales		33.725,32 €	
	- Coste de personal dedicado	17,06 € x 45 horas	767,7 €	
	- Nuevo costo por los materiales alternativos	2,30 € x 14.329,4 kg	32.957,62 €	
	Reducción costes anuales		45.059,91 €	
	- Ahorro costes de residuos	0,09 € x 971 kg (54 bidones)	87,39 €	
	- Reducción de costes del material eliminado	2,10 € x 10.842 kg	22.806,60 €	
	- Reducción de costes por gestión de almacenamiento	17,06 € x 48 horas	818,88 €	
- Aumento de ventas de productos alternativos (20%)	6,22 € x 6.432 kg	21.347,04 €		
Ahorros anuales totales		11.333 €		
Período de amortización		0 años		
Conclusiones	<p>Beneficios:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reducción del consumo de materias primas, se han eliminado materias de un solo uso. - Reducción de la toxicidad de materias primas, las alternativas presentan todas una clara mejora medioambiental o de uso de acuerdo con la filosofía de la empresa. - Mejora del ambiente de trabajo, los operarios trabajan con productos menos peligrosos. 			

	<ul style="list-style-type: none">- Mejora de la imagen de la empresa, nos permite presentar en el mercado productos más respetuosos con el medioambiente y una mayor seguridad de empleo.- Mejora en la operatividad de almacén y de producción, al eliminar productos por otros existentes se ahorra espacio y se agilizan operaciones de logística.- Aumento de competitividad, traducido en un aumento de las ventas en 3.432 Euros en el año 2002 y se espera un mayor aumento en el 2003 con los productos alternativos mas consolidados y con ventas en todo el año.
--	---

6.4. SUSTITUCIÓN DE MATERIAS PRIMAS

CASO PRÁCTICO 13	
Empresa	A&B LABORATORIOS DE BIOTECNOLOGÍA, S.A.
País	España (Guipúzcoa)
Sector Industrial	Químico. Empresa de base tecnológica e innovadora que como centro de investigación pretende dar respuesta a las necesidades de mantenimiento industrial con productos alternativos a los químicos tradicionales, a través de tecnologías limpias y de la biotecnología.
Tema del proyecto	<u>Sustitución de materias primas: Utilización de materiales menos tóxicos.</u>
Consideraciones medioambientales	<p>Pretende avanzar por la investigación, la innovación, el ecodiseño y la realización de análisis del ciclo de vida (ACV) con objeto de introducir en las empresas "productos limpios" y la biotecnología industrial, con ecoproductos elaborados mediante la selección de cepas naturales no patógenas de microorganismos especializados, consiguiendo con ello evitar residuos contaminantes y favorecer la bioremediación. El objetivo tecnológico de la empresa es el de producir microorganismos (bacterias) y enzimas para el sector químico, mediante su fermentación, liofilización, centrifugación, desecación, etc., y su posterior activación, y en un futuro a corto plazo (2-3 años) estar en disposición técnica y de capacidad productiva para afrontar el reto de producir microorganismos para sectores industriales tales como: Agricultura, agroalimentaria, farmacéutica, fitosanitaria, metalúrgica, etc.</p> <p>A&B Laboratorios de Biotecnología S.A., pretende ser una empresa orientada a la satisfacción del cliente, con un desarrollo y progreso sostenido y reforzando sus ventajas competitivas, todo ello bajo una estrategia de gestión tomada por la alta Dirección que sigue la metodología de E.F.Q.M., de excelencia empresarial, como referente para evaluar y mejorar de forma continua todo el Sistema de Gestión Integral implantado bajo las Normas Internacionales UNE EN ISO 9001:00 y UNE EN ISO 14001:96.</p> <p>Dispone de personal altamente cualificado, con una larga experiencia en proyectos de I+D+I, en colaboraciones con Centros Tecnológicos y organismos públicos, en actividades de diseño y desarrollo industrial y más de 10 años trabajando en bioprocesos.</p> <p>Entre los equipamientos disponibles actualmente cabe destacar los siguientes: Turboagitadores, mezcladoras, envasadoras, bombas de trasiego, depósitos de calentamiento, diluidores, descalcificadores, etc. En lo relativo al equipamiento de laboratorios, se cuenta con instrumental básico de calidad y de investigación.</p>
Antecedentes	El Dpto. de Compras, almacenamiento y el Dpto. Técnico conjuntamente detectan que existen unas cantidades de materias primas de bajo consumo y de muy poca rotación, lo que obliga a tener almacenamientos prolongados con el consiguiente riesgo de caducidad de dichas materias primas y su posterior transformación en residuo peligroso, con la consiguiente ocupación de una parte del almacén, la cual no puede ser utilizada para almacenar otras materias primas y la existencia de un inmovilizado importante, como consecuencia de todo ello surgió la idea de sustituir dichas materias primas de bajo consumo por otras que ya se consumían de forma regular o por una mezcla de ellas con la misma funcionalidad.

<p>Resumen de la actuación</p>	<p>El Dpto. de I+D lleva a cabo el desarrollo de nuevos productos basándose en el estudio de ACV del producto como fase fundamental y aplicando la herramienta de ecodiseño, según el modelo de IHOBE de ECODISEÑO basado en 7 pasos con modificaciones propias adaptadas a sus productos (preparación del proyecto de ecodiseño, aspectos medioambientales asociados al producto, ideas de mejora, desarrollo de conceptos, producto en detalles, plan de acción y evaluación).</p> <p>Todo ello se documenta bajo procedimientos internos de diseño, según los requisitos de la Norma ISO 9000:2000, que contempla condiciones legales, reglamentarias, consideraciones medioambientales u otras consideraciones de los grupos de interés.</p> <p>Establece las interfaces organizativas y técnicas así como el organigrama de responsabilidades asociados al ecodiseño, también establece las diferentes fases del diseño, llevando a cabo la selección de materias primas y proveedores teniendo en cuenta criterios de valoración medioambiental y de riesgos laborales, en la selección de formulaciones validas se tiene en cuenta aspectos medioambientales que hacen referencia al producto y a la producción.</p> <p>Todas las diferentes etapas son controladas, revisadas y verificadas por medio de personal cualificado (licenciados superiores en ciencias químicas y biológicas).</p> <p>El ecodiseño finaliza con la validación final que incluye la validación medioambiental y en condiciones de funcionamiento. Dentro de las herramientas para la selección de materias primas y proceso productivo, se utiliza el ACV.</p> <p>Durante el año 2002 se han realizado unas inversiones en ecodiseño de 300.000 Euros.</p> <p>HITO 1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN</p> <p>Como paso inicial para el diseño y desarrollo de una nueva línea de pinturas ecológicas basadas en resinas y pigmentos o cargas con menor impacto ambiental respecto a las pinturas tradicionales utilizadas en aplicaciones de impermeabilización de fachadas y superficies en general, se ha realizado un estudio bibliográfico relacionado principalmente con materias primas (resinas, pigmentos, aditivos...) que puedan ser utilizadas para este tipo de pinturas y que presenten un menor impacto ambiental con las tradicionalmente utilizadas (TAREA 1), según el ciclo de la pintura adjunto (figura 1).</p> <p>A partir de esta búsqueda bibliográfica y de nuestros propios conocimientos, se seleccionaron las materias primas y se estableció contacto con los proveedores de las mismas para su suministro (TAREA 2). El objetivo consistió en formular una pintura con alto contenido en sólidos (superior al 60%) de base acuosa y con altas prestaciones para la impermeabilización de superficies de construcción, llevando a cabo el inventario del ciclo de vida según el esquema que se muestra en la figura 2.</p> <p>La caracterización de las formulaciones desarrolladas (TAREA 6) se está realizando atendiendo a la norma UNE 53-413-87 " Revestimientos flexibles a base de polímeros en dispersión acuosa, sin armadura, para impermeabilización in situ en la edificación" y en concreto determinando los siguientes parámetros y en base a las siguientes normas:</p>
---------------------------------------	--

- Comportamiento del producto envasado: Densidad relativa a 23 ± 2 °C. UNE-EN-ISO 1675, Contenido en pigmento. UNE 48-235-82, Materia fija a 105 °C. UNE-EN 3251-96, Viscosidad. UNE EN ISO 2555-2000, Conservación en el envase. UNE 48083-92.
- Comportamiento en la aplicación: Comportamiento en la aplicación. UNE 53-413-87, Tiempos de secado. UNE EN ISO 1517-96, Espesor. UNE EN ISO 2808-2000.
- Comportamiento del revestimiento flexible: Espesor. UNE EN ISO 2808-2000, Resistencia a la tracción y alargamiento a rotura. UNE EN ISO 527-96, Doblado a -5 °C. UNE 104302-2000, Resistencia a la percusión. UNE 104302-2000, Envejecimiento acelerado a 70 °C (1000 horas). UNE 53104, Envejecimiento Térmico (14 días). UNE 104302-2000, Resistencia química a álcalis, productos de limpieza, etc. UNE 48027-80, Absorción de agua. UNE-EN ISO 62, Adherencia. UNE 48 099-85, Evaluación de la acción de microorganismos. UNE EN ISO 846:98.

Paralelamente a la caracterización de los productos se han distribuido muestras a distintos clientes potenciales y se han realizado encuestas sobre manejabilidad, calidad de acabado obtenido y satisfacción con los resultados obtenidos para chequear la aceptación en el mercado de la nueva pintura al agua con alto contenido en sólidos desarrollada.

Se está a la espera de alguno de estos resultados de caracterización y aceptación por parte de clientes y en función de los mismos podrán realizarse pequeños ajustes en las formulaciones, aunque los datos obtenidos hasta ahora son satisfactorios.

HITO 2. FABRICACIÓN EN PLANTA PILOTO

Paralelamente al HITO I del proyecto se ha realizado una evaluación preliminar de impacto ambiental de los procesos que habitualmente utilizamos para la fabricación de pinturas, en colaboración con Fundación LEIA, Centro de Desarrollo Tecnológico (TAREA 7) detectándose los puntos críticos del proceso y sus posibilidades de mejora, según el esquema que se muestra en la figura 3.

Además se han establecido unos indicadores de seguimiento de comportamiento Medioambiental.

Posteriormente se ha realizado el diseño, fabricación y montaje de una planta piloto para la fabricación de las pinturas desarrolladas en el HITO 1 (TAREA 8) que comprende las operaciones de mezclado, filtrado y envasado, teniendo en cuenta las materias primas a utilizar definidas en el HITO 1. En esta planta piloto se han realizado ya las primeras pruebas de funcionamiento, en función de las cuales estamos realizando modificaciones encaminadas a minimizar las pérdidas de producto, emisiones y residuos generados (TAREA 9).

Diagrama de proceso

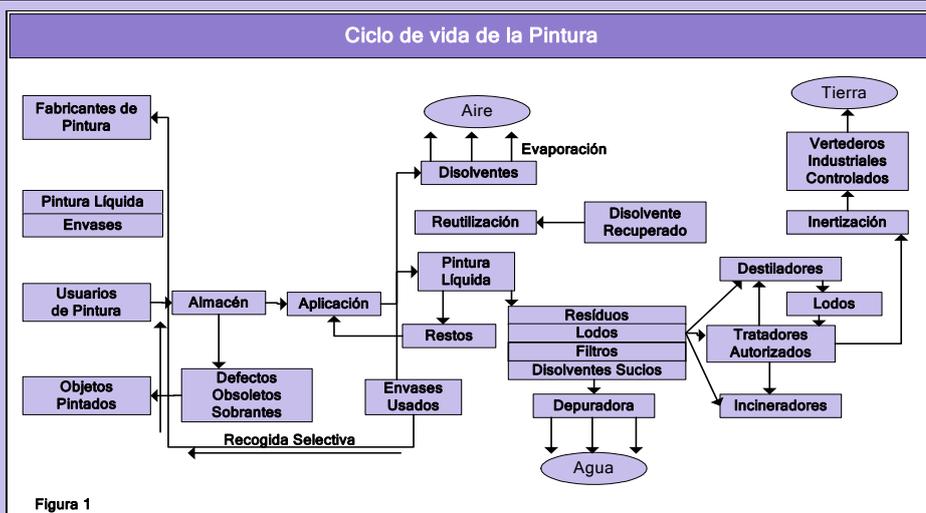


Figura 1



Figura 2. Proceso de fabricación de pinturas con aplicación del ecodiseño

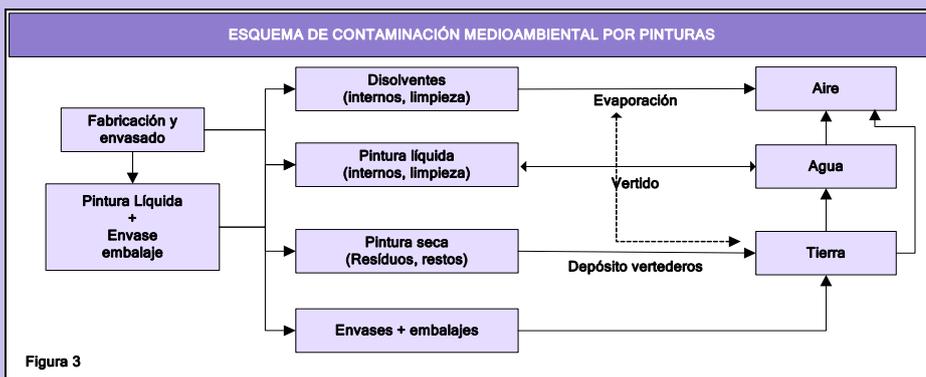


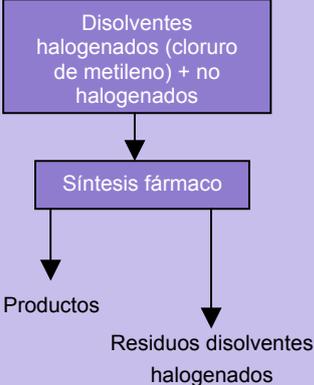
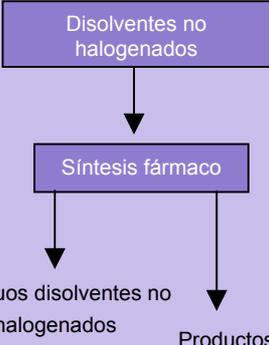
Figura 3

Conclusiones

Beneficios:

- Liderazgo en el sector.
- Mejora de la imagen de la empresa.
- Mejora medioambiental de productos (Reducción de la toxicidad de materias primas, reducción del volumen de residuos, reducción de la carga contaminante de las aguas residuales vertidas).
- Mejora competitiva de la empresa y satisfacción del cliente.

CASO PRÁCTICO 14	
Empresa	UNIÓN QUÍMICA FARMACÉUTICA, S.A. (UQUIFA)
País (Localización)	España (Lliçà de Vall, Barcelona)
Sector Industrial	Química fina. Fabricación de productos farmacéuticos de base.
Tema del proyecto	<u>Substitución de materias primas</u> : Química verde. Substitución de disolventes halogenados.
Consideraciones medioambientales	La utilización de disolventes, entre otros los halogenados como el cloruro de metileno, sigue siendo importante en el sector químico por sus propiedades químicas y físicas, como por ejemplo el punto de ebullición, la poca reactividad, la baja inflamabilidad, etc., como medio para la realización de las reacciones de síntesis.
Antecedentes	<p>La empresa UQUIFA, S.A., utilizaba dos de estos disolventes halogenados en los diversos procesos de la fabricación de productos farmacéuticos de base y, por tanto, se generaban unas corrientes residuales de los disolventes, entre los cuales había algún halogenado que era reciclado internamente. En el año 2000 la empresa inició un programa de investigación con el objetivo de reducir o eliminar el uso de estos dos disolventes, lo que permitiría eliminar la necesidad de tratamientos al final de línea ("end of pipe") o bien reducirlos en gran medida.</p> <p>La actuación se orientó según las premisas siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eliminar o reducir el consumo de disolventes halogenados. • Eliminar o reducir la generación de residuo de disolventes halogenados y no halogenados. • Reducir las emisiones de compuestos orgánicos volátiles. • Reducir la carga contaminante de las aguas residuales. • Costes asumibles de los procesos alternativos.
Resumen de la actuación	<p>La actuación ha consistido en la ejecución de un proyecto de investigación y desarrollo, siguiendo los principios de la química verde, para el estudio de los procesos de fabricación de antiinflamatorios y antiulcerosos en que intervienen disolventes halogenados.</p> <p>El proyecto de I+D se ha orientado a la búsqueda de disolventes no halogenados y al estudio de las diferentes etapas de síntesis de los principios activos farmacéuticos que permitan la fabricación y obtención con los mismos estándares de calidad exigidos.</p> <p>El disolvente seleccionado ha permitido la fabricación de uno de los fármacos mencionados aportando mayores beneficios medioambientales, menor peligrosidad laboral, menos etapas de fabricación, purificación y tiempos de trabajo, menores costes y más beneficio económico.</p> <p>Hay que hacer referencia al esfuerzo interno del equipo de I+D, además del esfuerzo para la validación del nuevo sistema de síntesis al cambiar los procedimientos de síntesis aceptados anteriormente.</p>

Esquema del proceso	Proceso antiguo Proceso nuevo																																																										
																																																											
Balances	Proceso antiguo Proceso nuevo																																																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="488 857 957 857"></th> <th data-bbox="957 857 1203 857">Proceso antiguo</th> <th data-bbox="1203 857 1437 857">Proceso nuevo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="488 857 957 902"><u>Balance de materia</u></td> <td data-bbox="957 857 1203 902"></td> <td data-bbox="1203 857 1437 902"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="488 902 957 947">Consumo disolvente halogenado</td> <td data-bbox="957 902 1203 947">27 l/kg fármaco</td> <td data-bbox="1203 902 1437 947">0 l/kg fármaco</td> </tr> <tr> <td data-bbox="488 947 957 992">Consumo disolvente no halogenado</td> <td data-bbox="957 947 1203 992">43 l/kg fármaco</td> <td data-bbox="1203 947 1437 992">14 l/kg fármaco</td> </tr> <tr> <td data-bbox="488 992 957 1037">Residuo disolvente halogenado</td> <td data-bbox="957 992 1203 1037">0 l/kg fármaco</td> <td data-bbox="1203 992 1437 1037">0 l/kg fármaco</td> </tr> <tr> <td data-bbox="488 1037 957 1081">Residuo disolvente no halogenado</td> <td data-bbox="957 1037 1203 1081">57 l/kg fármaco</td> <td data-bbox="1203 1037 1437 1081">34 l/kg fármaco</td> </tr> <tr> <td data-bbox="488 1081 957 1126"><u>Beneficios adicionales</u></td> <td data-bbox="957 1081 1203 1126"></td> <td data-bbox="1203 1081 1437 1126"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="488 1126 957 1171">Rendimiento químico</td> <td data-bbox="957 1126 1203 1171">65%</td> <td data-bbox="1203 1126 1437 1171">75%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="488 1171 957 1216">Capacidad de producción máxima</td> <td data-bbox="957 1171 1203 1216">3 t/año</td> <td data-bbox="1203 1171 1437 1216">7,5 t/año</td> </tr> <tr> <td data-bbox="488 1216 957 1261"><u>Balance económico por</u></td> <td data-bbox="957 1216 1203 1261"></td> <td data-bbox="1203 1216 1437 1261"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="488 1261 957 1305">Coste de los disolvente</td> <td data-bbox="957 1261 1203 1305">36,6 €/kg fármaco</td> <td data-bbox="1203 1261 1437 1305">4 €/kg fármaco</td> </tr> <tr> <td data-bbox="488 1305 957 1350">Gestión de residuos líquidos</td> <td data-bbox="957 1305 1203 1350">9,65 €/kg fármaco</td> <td data-bbox="1203 1305 1437 1350">11,5 €/kg fármaco</td> </tr> <tr> <td data-bbox="488 1350 957 1395"><u>Ahorros y gastos</u></td> <td data-bbox="957 1350 1203 1395"></td> <td data-bbox="1203 1350 1437 1395"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="488 1395 957 1440">Ahorro en gestión de residuos</td> <td data-bbox="957 1395 1203 1440">- 1,85 €/kg fármaco</td> <td data-bbox="1203 1395 1437 1440"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="488 1440 957 1485">Ahorro en materias primas</td> <td data-bbox="957 1440 1203 1485">32,60 €/kg fármaco</td> <td data-bbox="1203 1440 1437 1485"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="488 1485 957 1529"><u>Ahorro por kg de fármaco obtenido</u></td> <td data-bbox="957 1485 1203 1529">30,75 €/kg</td> <td data-bbox="1203 1485 1437 1529"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="488 1529 957 1574">Ahorro total anual</td> <td data-bbox="957 1529 1203 1574">46,125 €/año</td> <td data-bbox="1203 1529 1437 1574"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="488 1574 957 1619">Inversión en instalaciones</td> <td data-bbox="957 1574 1203 1619">Despreciable</td> <td data-bbox="1203 1574 1437 1619"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="488 1619 957 1664"><u>Retorno de la inversión</u></td> <td data-bbox="957 1619 1203 1664">Inmediato</td> <td data-bbox="1203 1619 1437 1664"></td> </tr> </tbody> </table>			Proceso antiguo	Proceso nuevo	<u>Balance de materia</u>			Consumo disolvente halogenado	27 l/kg fármaco	0 l/kg fármaco	Consumo disolvente no halogenado	43 l/kg fármaco	14 l/kg fármaco	Residuo disolvente halogenado	0 l/kg fármaco	0 l/kg fármaco	Residuo disolvente no halogenado	57 l/kg fármaco	34 l/kg fármaco	<u>Beneficios adicionales</u>			Rendimiento químico	65%	75%	Capacidad de producción máxima	3 t/año	7,5 t/año	<u>Balance económico por</u>			Coste de los disolvente	36,6 €/kg fármaco	4 €/kg fármaco	Gestión de residuos líquidos	9,65 €/kg fármaco	11,5 €/kg fármaco	<u>Ahorros y gastos</u>			Ahorro en gestión de residuos	- 1,85 €/kg fármaco		Ahorro en materias primas	32,60 €/kg fármaco		<u>Ahorro por kg de fármaco obtenido</u>	30,75 €/kg		Ahorro total anual	46,125 €/año		Inversión en instalaciones	Despreciable		<u>Retorno de la inversión</u>	Inmediato	
	Proceso antiguo	Proceso nuevo																																																									
<u>Balance de materia</u>																																																											
Consumo disolvente halogenado	27 l/kg fármaco	0 l/kg fármaco																																																									
Consumo disolvente no halogenado	43 l/kg fármaco	14 l/kg fármaco																																																									
Residuo disolvente halogenado	0 l/kg fármaco	0 l/kg fármaco																																																									
Residuo disolvente no halogenado	57 l/kg fármaco	34 l/kg fármaco																																																									
<u>Beneficios adicionales</u>																																																											
Rendimiento químico	65%	75%																																																									
Capacidad de producción máxima	3 t/año	7,5 t/año																																																									
<u>Balance económico por</u>																																																											
Coste de los disolvente	36,6 €/kg fármaco	4 €/kg fármaco																																																									
Gestión de residuos líquidos	9,65 €/kg fármaco	11,5 €/kg fármaco																																																									
<u>Ahorros y gastos</u>																																																											
Ahorro en gestión de residuos	- 1,85 €/kg fármaco																																																										
Ahorro en materias primas	32,60 €/kg fármaco																																																										
<u>Ahorro por kg de fármaco obtenido</u>	30,75 €/kg																																																										
Ahorro total anual	46,125 €/año																																																										
Inversión en instalaciones	Despreciable																																																										
<u>Retorno de la inversión</u>	Inmediato																																																										
Conclusiones	<p>Con la ejecución del proyecto, se ha conseguido eliminar el uso de disolventes halogenados y reducir el consumo de disolvente no halogenado en un 67%. Además la empresa ha conseguido reducir el número de etapas de fabricación y reducir en un 35% el coste de fabricación del producto, incrementar en un 10% el rendimiento químico de la reacción de síntesis, lo que representa aumentar globalmente la capacidad productiva en un factor de 2,5, así como obtener los beneficios intangibles de manipular sustancias menos peligrosas.</p>																																																										

	<p>La empresa, vistos los avances conseguidos en este estudio, está llevando a cabo nuevas líneas de I+D para la síntesis de otros fármacos que fabrica.</p> <p>Esta actuación se enmarca dentro de los Doce Principios de la Química Verde, estrategia que facilita a la empresa el cumplimiento de sus planes de mejora medioambiental y de la política de protección al medio ambiente. Esta política se inició con la adhesión de la empresa al sistema de gestión medioambiental ISO 14.001.</p>
--	---

6.5. NUEVAS TECNOLOGÍAS

CASO PRÁCTICO 15	
Empresa	WITCO ESPAÑA, S.A.
País (ubicación)	España (Granollers, Barcelona)
Sector Industrial	Fabricación de productos químicos y especialidades tensioactivas
Tema del proyecto	<u>Nuevas tecnologías</u> : Minimización de residuos por aplicación de una tecnología avanzada de control de proceso.
Consideraciones medioambientales	<p>El impacto de la actividad de Witco España, S.L. sobre el medio ambiente incide en los tres vectores ambientales:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Como aguas residuales procedentes de las operaciones de limpieza de equipos, aguas de condensación y operaciones de transferencia de materiales. b) Como en residuos especiales, principalmente, subproductos de procesos no reutilizables. c) Como emisiones gaseosas en la atmósfera a causa de transferencias de materiales y operaciones de proceso.
Antecedentes	<p>Los residuos y las emisiones generadas representaban un coste de gestión y tratamiento que Witco decidió atacar mediante un sistema avanzado de control de las variables de proceso que limita notablemente sus fluctuaciones.</p> <p>El interés de Witco España, S.L. por ofrecer al mercado unos productos con un alto estándar de calidad y con un nivel de costes de producción adecuado, y una política de empresa direccionada a aumentar la seguridad y reducir el impacto ambiental de su actividad, fueron el punto de partida para la implantación de un Sistema de Control Distribuido (SCD) de tecnología avanzada para la fabricación de productos en procesos discontinuos.</p> <p>Un SCD puede ser definido como un sistema modular de control electrónico interactivo y multitarea que permite que todas las señales que se le conecten interactúen entre si por medio de un ordenador con su propio programa de control.</p> <p>Antes de la actuación descrita, la elevada manualidad de las operaciones de proceso limitaba la repetición y fiabilidad y era causa de una excesiva generación de productos no reutilizables.</p> <p>Además, los procedimientos de limpieza de los equipos y de transferencia de materiales requieren consumos importantes de agua que finalmente llegan a ser aguas residuales con alta carga contaminante.</p>
Resumen de la actuación	La actuación que se describe consistió en la implantación, por fases, de un SCD formado por unas unidades conectadas a un ordenador que controla el funcionamiento de los reactores (de capacidad comprendida entre 5 y 40 t) y los sistemas auxiliares, como el circuito de refrigeración y el almacenamiento, tanto de materias primas como de productos acabados.

	La actuación quedó completada con la implantación de un Sistema de Control de la Calidad de acuerdo con la norma ISO 9001.			
Balances		Control de proceso convencional	Control de proceso por Sistema de Control Distribuido (1)	Ahorros
	<u>Balance de agua</u>	30.000 m ³ /año	22.500 m ³ /año	5.409,11 €/ año
	<u>Generación de residuos</u>	100 t/año	20 t/año	24.040,48 €/ año
	<u>Generación de aguas residuales</u>	16.000 m ³ /año	12.400 m ³ /año	43.272,87 €/ año
	<u>Ahorros de materias primas</u>	-	-	45.075,91 €/ año
	<u>Personal/unidad de producción</u>	Base de referencia: 1	0,75	-
	<u>Inversión</u>		N/A (2)	-
	<p>(1) Con un aumento de producción del 51%.</p> <p>(2) El objetivo inicial de la actuación era aumentar la productividad, mejorar la calidad de los productos y reducir los costes de fabricación, incluidos los medioambientales. Se trata, por lo tanto, de una actuación de gestión global de la empresa que incorpora variables ambientales.</p>			
Conclusiones	<p>Se trata de un interesante ejemplo de como un control preciso de las variables de proceso supone, además de una mejora de la calidad y una reducción de los costes de operación, mejoras ambientales que, a su vez, conllevan una reducción de los gastos de gestión.</p> <p>Gracias al aumento de la precisión con que se controlan las diferentes operaciones de fabricación, se produce menos producto fuera de especificación -concretamente, se genera un 80% menos de residuos especiales-, una menor cantidad de aguas residuales -y, en consecuencia un menor gasto de tratamiento y un ahorro en costes de saneamiento - menos materias primas consumidas, etc.</p> <p>El objetivo de esta ficha es mostrar que existe una interconexión entre control de variables de proceso, calidad, seguridad, fiabilidad y medio ambiente.</p> <p>Una política empresarial que tenga por objetivo la minimización de residuos conseguirá también mejoras en otros aspectos -económicos, de calidad, de imagen, de seguridad, etc.- que pueden ser muy importantes para la competitividad de la empresa.</p>			

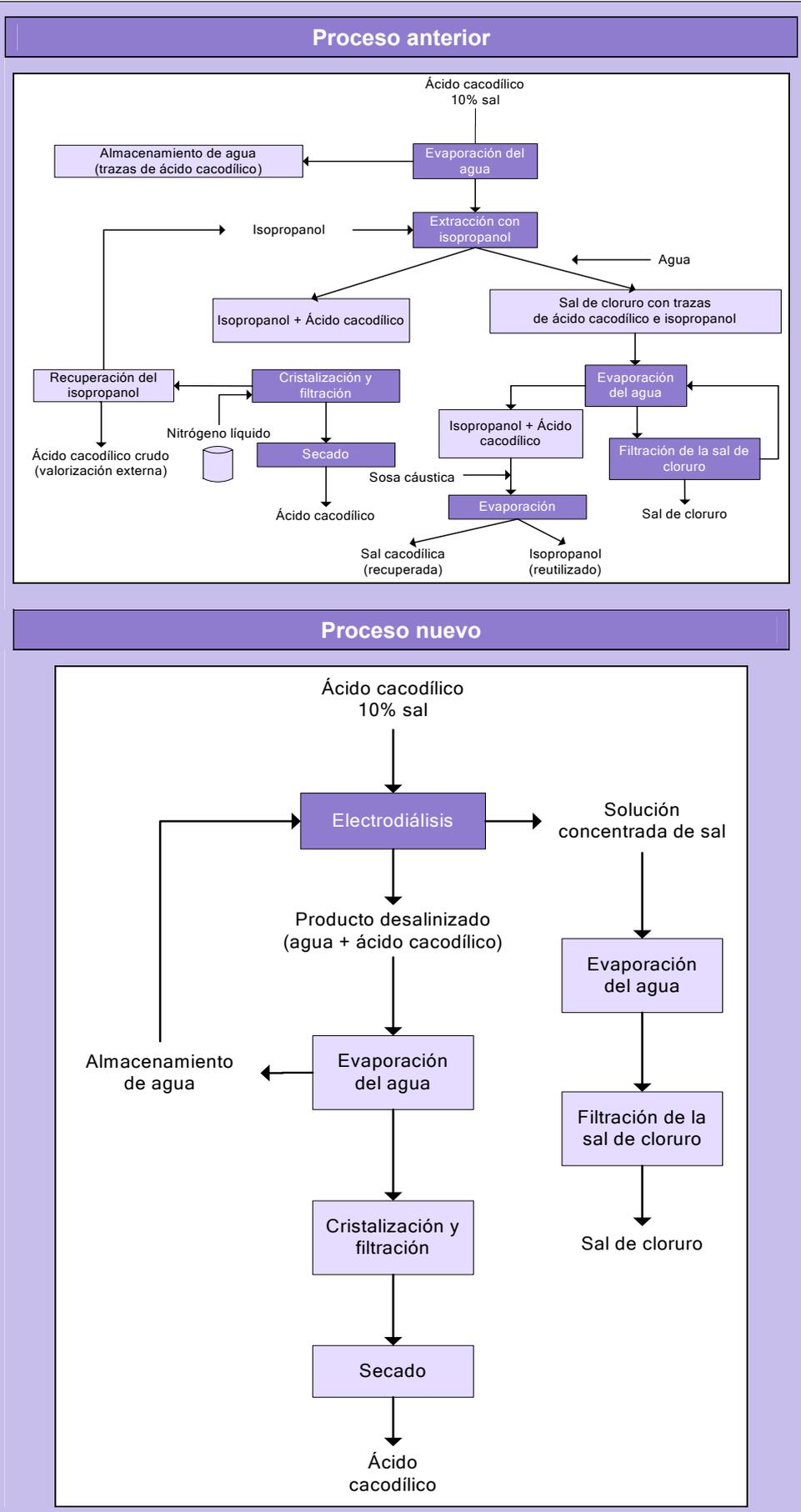
6.6. ACTUACIONES DE MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS Y EMISIONES

CASO PRÁCTICO 16	
Empresa	HERBOS, D.D
País (ubicación)	Croacia (Sisak)
Sector Industrial	Industria química. Producción de herbicidas.
Tema del proyecto	<u>Minimización de residuos y emisiones</u> : Producción más limpia en una industria química mediante la adopción de buenas prácticas y cambios de procesos.
Environmental considerations	La empresa química Herbos generaba aguas residuales altamente contaminadas por la utilización del herbicida Atrazine. Después de diluir estas aguas residuales, se vertían. El canon a pagar por estas aguas residuales era muy alto. Por ello, Herbos orientó su proyecto de producción más limpia a mejorar la calidad de las aguas residuales, y a reducir el canon a pagar por estas.
Antecedentes	Antes de implantar las mejoras propuestas en el proyecto de producción más limpia, la concentración de herbicida en las aguas residuales era de 67,2 mg/l, debido principalmente a las partículas en suspensión del producto Atrazine. Además de la contaminación ambiental que generaba, las pérdidas de herbicida en las aguas residuales llegaban al 0,85% de la producción anual.
Resumen de la actuación	<p>Se implantaron dos de las medidas propuestas en el proyecto de producción más limpia:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se aumentó el agotamiento de las materias primas (alrededor de un 1%), por una mejora en el control del proceso productivo, seguido de la implantación de buenas prácticas y una pequeña modificación del proceso. 2. Se redujo la contaminación de las aguas residuales. Añadiendo mayores cantidades de reactivo químico (tenzide) durante el proceso de síntesis del Atrazine. De esta manera, se mejoró la filtrabilidad de la suspensión de las aguas, que simplifica y hace más rápida la fase de filtración. Con esta práctica, la fase de decantación (que era la principal fuente de contaminación de las aguas) ya no es necesaria. <p>Para la implantación de estas dos mejoras no se requirió inversión de capital.</p>

<p>Diagrama de proceso</p>	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #d9ead3;">Proceso antiguo</th> <th style="background-color: #d9ead3;">Proceso nuevo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"> <p>inputs → SÍNTESIS Conversión: 93.3%</p> <p>↓</p> <p>SEPARACIÓN 6 horas</p> <p>↓</p> <p>DECANTACIÓN</p> <p>↓</p> <p>FILTRACIÓN → AGUAS RESIDUALES Atr. conc.=67,2 mg/l</p> <p>↓</p> <p>PRODUCTO ATRAZINE</p> </td> <td style="text-align: center;"> <p>↓ Medida 1</p> <p>inputs → SÍNTESIS Conversión: 94.3%</p> <p>↓</p> <p>↓ Medida 2</p> <p>SEPARACIÓN < ½ hora</p> <p>↓</p> <p>FILTRACIÓN → AGUAS RESIDUALES Atr. conc.=5,4 mg/l</p> <p>↓</p> <p>PRODUCTO ATRAZINE</p> </td> </tr> </tbody> </table>		Proceso antiguo	Proceso nuevo	<p>inputs → SÍNTESIS Conversión: 93.3%</p> <p>↓</p> <p>SEPARACIÓN 6 horas</p> <p>↓</p> <p>DECANTACIÓN</p> <p>↓</p> <p>FILTRACIÓN → AGUAS RESIDUALES Atr. conc.=67,2 mg/l</p> <p>↓</p> <p>PRODUCTO ATRAZINE</p>	<p>↓ Medida 1</p> <p>inputs → SÍNTESIS Conversión: 94.3%</p> <p>↓</p> <p>↓ Medida 2</p> <p>SEPARACIÓN < ½ hora</p> <p>↓</p> <p>FILTRACIÓN → AGUAS RESIDUALES Atr. conc.=5,4 mg/l</p> <p>↓</p> <p>PRODUCTO ATRAZINE</p>																													
Proceso antiguo	Proceso nuevo																																		
<p>inputs → SÍNTESIS Conversión: 93.3%</p> <p>↓</p> <p>SEPARACIÓN 6 horas</p> <p>↓</p> <p>DECANTACIÓN</p> <p>↓</p> <p>FILTRACIÓN → AGUAS RESIDUALES Atr. conc.=67,2 mg/l</p> <p>↓</p> <p>PRODUCTO ATRAZINE</p>	<p>↓ Medida 1</p> <p>inputs → SÍNTESIS Conversión: 94.3%</p> <p>↓</p> <p>↓ Medida 2</p> <p>SEPARACIÓN < ½ hora</p> <p>↓</p> <p>FILTRACIÓN → AGUAS RESIDUALES Atr. conc.=5,4 mg/l</p> <p>↓</p> <p>PRODUCTO ATRAZINE</p>																																		
<p>Balances</p>	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #d9ead3;"></th> <th style="background-color: #d9ead3;">Proceso antiguo</th> <th style="background-color: #d9ead3;">Proceso nuevo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #d9ead3;">Balances de materias</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9ead3;">Consumo de materias primas por unidad de producto (Atrazine)</td> <td style="text-align: center;">1,99</td> <td style="text-align: center;">1,89</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9ead3;">Concentración de Atrazine en las aguas residuales</td> <td style="text-align: center;">62,7 mg/l</td> <td style="text-align: center;">5,4 mg/l</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9ead3;">Ahorros</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9ead3;">Materias primas</td> <td></td> <td style="text-align: center;">101 Tm</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9ead3;">DQO</td> <td></td> <td style="text-align: center;">21 Tm</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9ead3;">Producto final</td> <td></td> <td style="text-align: center;">54 Tm O₂</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9ead3;">Ahorros económicos</td> <td></td> <td style="text-align: center;">179.167 €/año</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9ead3;">Inversión</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9ead3;">Retorno de la inversión</td> <td></td> <td style="text-align: center;">Inmediata</td> </tr> </tbody> </table>			Proceso antiguo	Proceso nuevo	Balances de materias			Consumo de materias primas por unidad de producto (Atrazine)	1,99	1,89	Concentración de Atrazine en las aguas residuales	62,7 mg/l	5,4 mg/l	Ahorros			Materias primas		101 Tm	DQO		21 Tm	Producto final		54 Tm O ₂	Ahorros económicos		179.167 €/año	Inversión		0	Retorno de la inversión		Inmediata
	Proceso antiguo	Proceso nuevo																																	
Balances de materias																																			
Consumo de materias primas por unidad de producto (Atrazine)	1,99	1,89																																	
Concentración de Atrazine en las aguas residuales	62,7 mg/l	5,4 mg/l																																	
Ahorros																																			
Materias primas		101 Tm																																	
DQO		21 Tm																																	
Producto final		54 Tm O ₂																																	
Ahorros económicos		179.167 €/año																																	
Inversión		0																																	
Retorno de la inversión		Inmediata																																	
<p>Conclusiones</p>	<p>El proceso de síntesis de la Atracina mejoró tras las modificaciones realizadas.</p> <p>Se aumentó el agotamiento de materias primas (alrededor de un 1%) añadiendo mayores cantidades de reactivo químico (tenzide). De esta manera, se mejoró la filtrabilidad de las partículas en suspensión de las aguas residuales.</p> <p>Los ahorros económicos obtenidos fueron gracias a la disminución de: consumo de materias primas, pérdidas de producto final, canon de las aguas residuales a pagar y costes de tratamiento de la planta depuradora.</p> <p>Este es un ejemplo de como una mejora en el control del proceso, seguido de una simple organización y unas modificaciones técnicas, pueden suponer una solución económicamente viable ante un problema de residuos y emisiones. De esta manera, la empresa pasó a ser ambientalmente respetuosa.</p>																																		

CASO PRÁCTICO 17	
Empresa	Las Industrias Luxembourg (Pamol) LTD (Arad, Israel)
País (ubicación)	Arad (Israel)
Sector Industrial	Industria química. Producción de varios productos químicos para la protección de los cultivos así como intermedios químicos para las industrias químicas y biotecnológicas.
Tema del proyecto	<u>Minimización de residuos y emisiones:</u> Producción más limpia en una industria química mediante la adopción de buenas prácticas y cambios de procesos.
Consideraciones medioambientales	Cuando se purifica el ácido cacodílico de alta calidad, la eliminación de la sal de cloruro se lleva a cabo con isopropanol. La sal de cloruro es un residuo y está saturada con ácido cacodílico y alcohol. Esta torta de sal se trata con agua para recuperar el ácido cacodílico y el alcohol. A continuación se evapora el agua para recuperar el alcohol y el ácido. La sal de cloruro tratada se envía luego a un vertedero de residuos químicos.
Antecedentes	El rendimiento de este proceso es de aproximadamente el 50%. Aunque el ácido se recupera, el tratamiento y la pérdida de alcohol son considerables. El agua suplementaria utilizada para el tratamiento de la sal de cloruro debe ser evaporada, lo que implica costes operacionales y energéticos suplementarios.
Resumen de la actuación	Un proceso totalmente nuevo para separar los cloruros de la solución acuosa de ácido cacodílico fue implantado. La separación de los cloruros se realiza mediante electrodiálisis. La eliminación de los cloruros de la solución de ácido cacodílico mediante esta técnica elimina el uso del alcohol y tampoco es necesario añadir agua a la sal de cloruro. El rendimiento de este proceso (ácido) es de aproximadamente un 95 - 98%.

Diagramas



Balances		Proceso antiguo (toneladas/a)	Proceso nuevo (toneladas/a)	Ahorro €/a
	Consumo de nitrógeno líquido	7,2	0	3.636
Pérdidas de ácido cacodílico	0,5	0,5	6.464	
Consumo de isopropanol	8,2	0	10.100	
Costes operacionales (energía, salarios...)			30.300	
<u>Ahorro anual (€/a)</u>			50.500	
<u>Inversión total (€)</u>			59.338	
<u>Retorno de la inversión</u>			14 meses	
Conclusiones	Una nueva tecnología, que suele ser empleada para desalinización del agua, es usada con éxito para la minimización de residuos. El ahorro más importante es el operacional ya que no es necesario el reprocesamiento de la sal de cloruro, pero no menos importante es el aumento de la seguridad del proceso al eliminar el uso de alcohol. La mayor parte de los costes de la inversión se deben al trabajo extensivo de investigación y de desarrollo de la Universidad Ben Gurion, Beer Sheva, Israel.			

CASO PRÁCTICO 18	
Empresa	HIPERTIN, S.A.
País (ubicación)	España (Barberà del Vallès, Barcelona)
Sector Industrial	Químico. Fabricación de productos cosméticos (producción de tintes oxigenados para el cabello).
Tema del proyecto	<u>Actuaciones de minimización de residuos y emisiones</u> : Recuperación del producto final y mejora de las limpiezas.
Consideraciones medioambientales	<p>Para la fabricación de los tintes oxigenados para los cabellos se realizan tres operaciones de mezcla diferentes. Las dos primeras consisten en el calentamiento, por separado, de las fases acuosa y grasa. Una vez calentadas, en la tercera operación se mezclan ambas fases en un reactor (al vacío) con agitación mediante palas laterales opuestas, hasta la formación de una emulsión. Una vez conseguida la emulsión, el producto ya se puede envasar mediante el vaciado del reactor por su parte inferior.</p> <p>En el caso de esta empresa, los reactores, de fondo cónico, donde se mezclan las distintas fases de los tintes, eran vaciados una vez finalizada la mezcla. A pesar de todo, quedaban restos del producto en la base. Antes de limpiar los reactores, estos se dejaban abiertos durante un día. Las características de los tintes oxigenados provocaban, al entrar el producto en contacto con el aire, la rápida oxidación y endurecimiento de éste. Por lo tanto, era necesario consumir una gran cantidad de agua para realizar la limpieza de los reactores.</p> <p>Además, debido a esta oxidación y a la ubicación de la válvula de vaciado, en cada operación de limpieza y por cada reactor se perdían aproximadamente unos 3 kg de producto acabado en forma de aguas residuales.</p> <p>Por otro lado, la refrigeración de los reactores necesaria durante la elaboración del tinte se realizaba con un serpentín interior alimentado por un circuito abierto de agua.</p>
Antecedentes	<p>La empresa decidió llevar a cabo un Diagnóstico Ambiental de Oportunidades de Minimización (DAOM), con la finalidad de encontrar alternativas que permitieran conseguir los objetivos siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducción del consumo de agua, tanto en las limpiezas de los reactores como en el circuito de refrigeración. • Reducción de las pérdidas de producto final a causa de un vaciado incompleto de los reactores y de una oxidación de éste en contacto con el aire. • Reducción de la carga contaminante vertida y del volumen de efluentes a tratar.
Resumen de la actuación	<p>HIPERTIN, S.A., ha llevado a cabo muchas de las alternativas recomendadas en el DAOM, pero de todas se pueden destacar las siguientes:</p> <p>a) Se ha mejorado el sistema de vaciado manteniendo el agitador en movimiento durante toda la operación e incrementando la temperatura. De esta forma, se favorece la evacuación del producto mediante su recuperación y evitando que éste vaya a las aguas residuales.</p>

	<p>b) Se ha mejorado el sistema de limpieza realizándola inmediatamente después del vaciado mediante sistemas de limpieza a alta presión y temperatura. Así, se ha evitado la oxidación en exceso del producto.</p> <p>c) El agua de las últimas limpiezas se almacena para ser utilizada como materia prima en las operaciones de limpieza posteriores, lo que ha permitido una mayor reducción del consumo de agua.</p> <p>d) Cierre del circuito de agua de refrigeración mediante la instalación de un equipo de frío que permite reutilizar el agua continuamente.</p>																											
Imágenes	<div style="text-align: center;">  <p>Reactores en los que se realiza la mezcla de tintes</p> </div>																											
Balances	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;"></th> <th style="width: 20%; text-align: center;">PROCESO ANTERIOR</th> <th style="width: 20%; text-align: center;">PROCESO ACTUAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Consumo de agua*</td> <td style="text-align: center;">2.177,7 m³/a</td> <td style="text-align: center;">40 m³/a</td> </tr> <tr> <td>Producción por unidad de materia prima</td> <td style="text-align: center;">97/100 t/t</td> <td style="text-align: center;">99/100 t/t</td> </tr> <tr> <td>Generación de aguas residuales**</td> <td style="text-align: center;">2.177,7 m³/a</td> <td style="text-align: center;">0 m³/a</td> </tr> <tr> <td>Ahorro en el consumo de agua***</td> <td></td> <td style="text-align: center;">13.688,05 €</td> </tr> <tr> <td>Incremento de productividad y reducción de las pérdidas</td> <td></td> <td style="text-align: center;">54.091,09 €</td> </tr> <tr> <td>Ahorro tratamiento de los residuos</td> <td></td> <td style="text-align: center;">13.674,23 €</td> </tr> <tr> <td>Inversión</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">66.111,33</td> </tr> <tr> <td>Retorno de la inversión</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">14 meses</td> </tr> </tbody> </table> <p>*No se considera el agua incorporada al producto, que se mantiene constante. **Los 40 m³ que se generan actualmente se generan como residuo líquido. ***Se incluyen los ahorros en consumo, tratamiento y canon de saneamiento.</p>		PROCESO ANTERIOR	PROCESO ACTUAL	Consumo de agua*	2.177,7 m ³ /a	40 m³/a	Producción por unidad de materia prima	97/100 t/t	99/100 t/t	Generación de aguas residuales**	2.177,7 m ³ /a	0 m³/a	Ahorro en el consumo de agua***		13.688,05 €	Incremento de productividad y reducción de las pérdidas		54.091,09 €	Ahorro tratamiento de los residuos		13.674,23 €	Inversión	66.111,33		Retorno de la inversión	14 meses	
	PROCESO ANTERIOR	PROCESO ACTUAL																										
Consumo de agua*	2.177,7 m ³ /a	40 m³/a																										
Producción por unidad de materia prima	97/100 t/t	99/100 t/t																										
Generación de aguas residuales**	2.177,7 m ³ /a	0 m³/a																										
Ahorro en el consumo de agua***		13.688,05 €																										
Incremento de productividad y reducción de las pérdidas		54.091,09 €																										
Ahorro tratamiento de los residuos		13.674,23 €																										
Inversión	66.111,33																											
Retorno de la inversión	14 meses																											
Conclusiones	<p>Las actuaciones llevadas a cabo y la aplicación de buenas prácticas ambientales han comportado una reducción significativa de la generación de las aguas residuales procedentes de las limpiezas de los reactores. Estas aguas son gestionadas actualmente como residuo, por un gestor autorizado.</p> <p>Actualmente la empresa, gracias al cierre del circuito de refrigeración y la mejora en las limpiezas, necesita, para el mismo proceso, un 2% del agua que consumía anteriormente (no se considera el agua incorporada al producto), sin un incremento significativo del consumo energético.</p>																											

Por otra parte, el hecho de recuperar y comercializar parte del producto que quedaba retenido en el reactor ha supuesto unos ahorros muy importantes que permiten a la empresa afrontar nuevos proyectos de mejora ambiental, como la instalación de un evaporador al vacío para los residuos líquidos, que es necesario gestionar después de las limpiezas.

6.7. CÓMO IMPLANTAR UN PROGRAMA DE MINIMIZACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

La metodología de la minimización consiste en la identificación, cuantificación y eliminación de las emisiones de residuos de forma sistemática. Esta metodología puede resumirse en el siguiente diagrama:

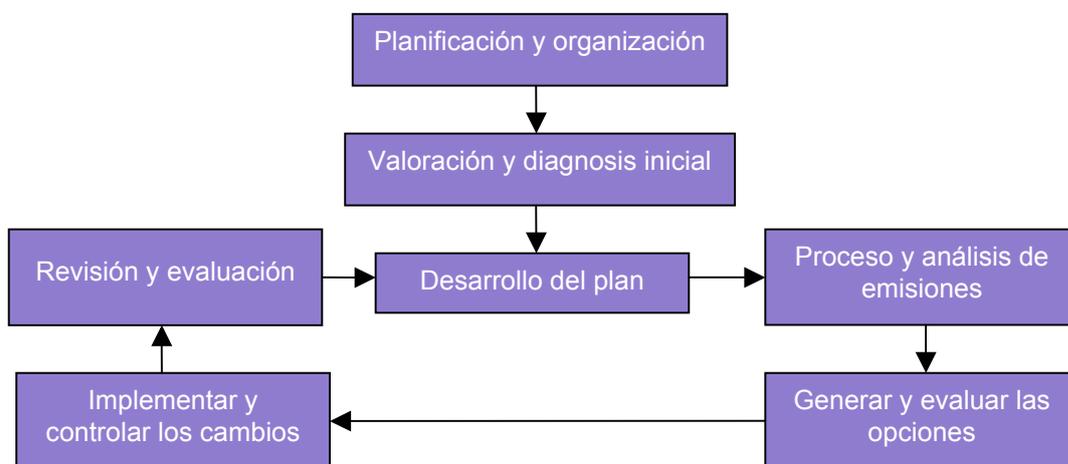


Figura 6.1. Metodología para la implantación de un programa de minimización del impacto ambiental

6.7.1. Planificación y organización

El éxito de la implantación de un programa de minimización de impacto requiere una buena planificación y organización.

COMPROMISO DE LA DIRECCIÓN

El primer paso para establecer un programa de minimización es el compromiso de la Alta Dirección. Desde este máximo nivel de la organización debe emanar el convencimiento de la aplicación de las buenas prácticas encaminadas a la minimización. Asimismo la Dirección debe facilitar los recursos, humanos y materiales, necesarios para la garantizar los objetivos fijados.

ESTABLECIMIENTO DE UN EQUIPO

La implantación del programa de minimización resulta más eficiente si se designa un “equipo de minimización”. La composición del equipo debe incluir personas de distintos niveles de la organización, incluyendo cargos intermedios y personal de producción. El número de miembros debe ser suficiente para permitir una distribución de las cargas de trabajo que el equipo genere. El equipo ideal debe tener una representación de las siguientes áreas y/o conocimientos:

- Producción.
- Financiera.
- Técnica / Ingeniería.
- Medio ambiente.

El equipo debe tener un jefe cuyas funciones básicas deben ser:

- Ejercer de interlocutor con la Alta Dirección.
- Coordinar la colaboración entre departamentos.
- Motivar a todo el personal.
- Liderar y motivar al equipo de minimización.
- Dar al equipo suficiente autoridad para desarrollar el programa.

HABILIDADES DEL EQUIPO

Para llevar a cabo con éxito la implantación del programa de minimización, el equipo necesita desarrollar las siguientes capacidades:

- Organizar y conducir reuniones.
- Asignar trabajos, de establecer su seguimiento y aplicación.
- Recoger, guardar y organizar los datos y la documentación generada.
- Motivar y comunicar a todos los niveles de la organización.

OPERATIVA DEL EQUIPO

Los miembros del equipo deben conocer y entender su papel y ser capaces de llevar a cabo de forma eficiente su trabajo. Necesitan, también, el apoyo de los supervisores y disponer de tiempo suficiente.

El equipo celebrará reuniones de seguimiento para evaluar el progreso de la implantación del programa de minimización.

ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVOS

Es esencial establecer unas metas para asegurar el desarrollo del programa y su continuidad. Los objetivos deben ser asequibles y asumibles por todos los niveles de la organización, útiles y, siempre que sea posible, cuantificables.

COMUNICACIÓN

Es importante comunicar los logros y el progreso de la implantación del plan de minimización. Para ello conviene establecer un sistema de comunicación que identifique qué, cuando y a quién se quiere comunicar, así como la manera de hacerlo: informes, reuniones, cartas a todos los empleados.

6.7.2. Valoración y diagnóstico inicial

Para llevar a cabo con éxito el programa de minimización es preciso plantearse una serie de cuestiones clave:

- ¿Qué cantidades y qué tipo de residuos y emisiones se generan?
- ¿qué coste suponen para la empresa estos residuos y emisiones?
- ¿En qué puntos del proceso se generan exactamente las emisiones y los residuos?
- ¿Por qué se generan los residuos y emisiones?
- ¿qué podemos hacer para prevenir y reducir las emisiones y residuos?

La valoración inicial empieza por encontrar respuesta a estas cuestiones. Para ello será necesario:

- Identificar y recoger datos de los consumos de recursos y materias primas y de la producción de residuos y emisiones con el fin de establecer una base de partida a partir de la cual se establecerán los objetivos de mejora.

RECOGIDA DE DATOS.

La recogida de datos al inicio del programa de minimización permitirá:

- Proporcionar una base de partida a partir de la cual se podrá medir el éxito de su implantación.
- Proporcionar una ayuda para priorizar las acciones y proyectos, según:
 - El ahorro económico que supongan a la empresa.
 - Los beneficios en materia de medio ambiente, seguridad y salud laboral.

Hay que recordar que además de ayudar a la compañía a reducir los residuos y emisiones y al usar los recursos de forma más eficiente, la minimización puede contribuir a que la empresa cumpla con las regulaciones de seguridad y salud y medio ambiente así como al ahorro de capital.

La información que se debe recoger es la siguiente:

- Inputs
 - Materias primas: cantidades y costes anuales de las materias primas más significativas.
 - Embalajes: cantidad y coste anual.
 - Materiales auxiliares: cantidades y costes anuales.
 - Energía: fuentes de energía, usos, cantidad consumida y coste anual.
 - Agua: cantidad usada, puntos de uso y coste anual.
- Outputs
 - Transporte de residuos: cantidad de envíos, características, coste anual de cada uno.
 - Residuos sólidos: cantidad y costes de gestión.
 - Residuos peligrosos: cantidad y costes de gestión.
 - Tratamientos in-situ de emisiones, aguas y residuos: cantidades y costes asociados.
 - Reciclaje interno: materiales reciclados y costes asociados.
 - Reciclaje externo: materiales reciclados y costes asociados.
- Información adicional
 - Cumplimiento legal.
 - Riesgos en seguridad y salud.
 - Riesgos ambientales.
 - Inversiones previstas: ampliaciones, inversiones en tratamiento de emisiones, agua...

INSPECCIÓN

La inspección permite identificar los tipos y las cantidades de residuos y emisiones que se producen y el lugar donde se producen.

La inspección se planea según los siguientes criterios:

- Seleccionar el equipo de inspección incorporando personas ajenas al equipo de minimización.
- Desarrollar una serie de preguntas que permitan recoger información realmente importante.
- Determinar cual es el mejor momento para llevar a cabo la inspección. Escoger un periodo en el que se generen emisiones y residuos. Es conveniente llevar a cabo la inspección en varios horarios distintos, abarcando los turnos de trabajo de la empresa.
- Preguntar al personal (operarios, encargados, etc) acerca de puntos de emisión o de generación de residuos que conozcan.
- Planificar un seguimiento de los procesos desde la entrada de materias primas hasta el producto final.
- Hacer un seguimiento de los residuos desde su generación hasta su gestión y eliminación.
- Tomar nota escrita de las averiguaciones. Preparar unas plantillas para la toma de datos.
- Informar a la todo el personal de la organización de que se realiza la inspección y pedir su colaboración.

IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES.

La información recogida durante la inspección, junto con los datos de partida anteriormente colectados, serán la base para identificar y priorizar las oportunidades potenciales de mejora y de minimización. Con estos datos se podrá decidir los procesos, flujos de residuos o emisiones sobre los que se va a actuar de manera prioritaria. Es bueno comenzar siempre por un objetivo fácilmente realizable, pues se implantarán rápidamente y reforzarán el trabajo del equipo.

DESARROLLO DE UN PLAN

Resulta bueno desarrollar un plan del programa de minimización de residuos y emisiones. El plan está escrito y debe incluir:

- Una declaración de apoyo de la Dirección al programa de minimización.
- Una descripción del equipo de minimización que incluya las responsabilidades de cada miembro.
- Las metas del programa de minimización.
- El plan de comunicación de los progresos en la implantación del programa.
- Los datos recogidos durante la valoración inicial y la inspección.
- Las oportunidades de mejora detectadas durante la inspección y la valoración inicial.
- Los objetivos prioritarios, sobre los que se va a trabajar de inmediato, incluyendo la asignación de responsabilidades y la planificación.

6.7.3. Análisis del proceso y de los residuos y emisiones generados.

En este punto se deben estudiar con detalle los residuos y emisiones que se generan, para lo que será necesario:

- Elaborar un esquema del proceso.
- Identificar inputs y outputs de cada paso del proceso.
- Cuantificar y evaluar el coste de cada uno de los inputs y outputs.

ESQUEMA DEL PROCESO.

El esquema del proceso ilustrará los flujos de materias, energía y agua que se tienen lugar durante el proceso y los puntos donde se producen las emisiones y residuos.

Un ejemplo de esquema de proceso sería:

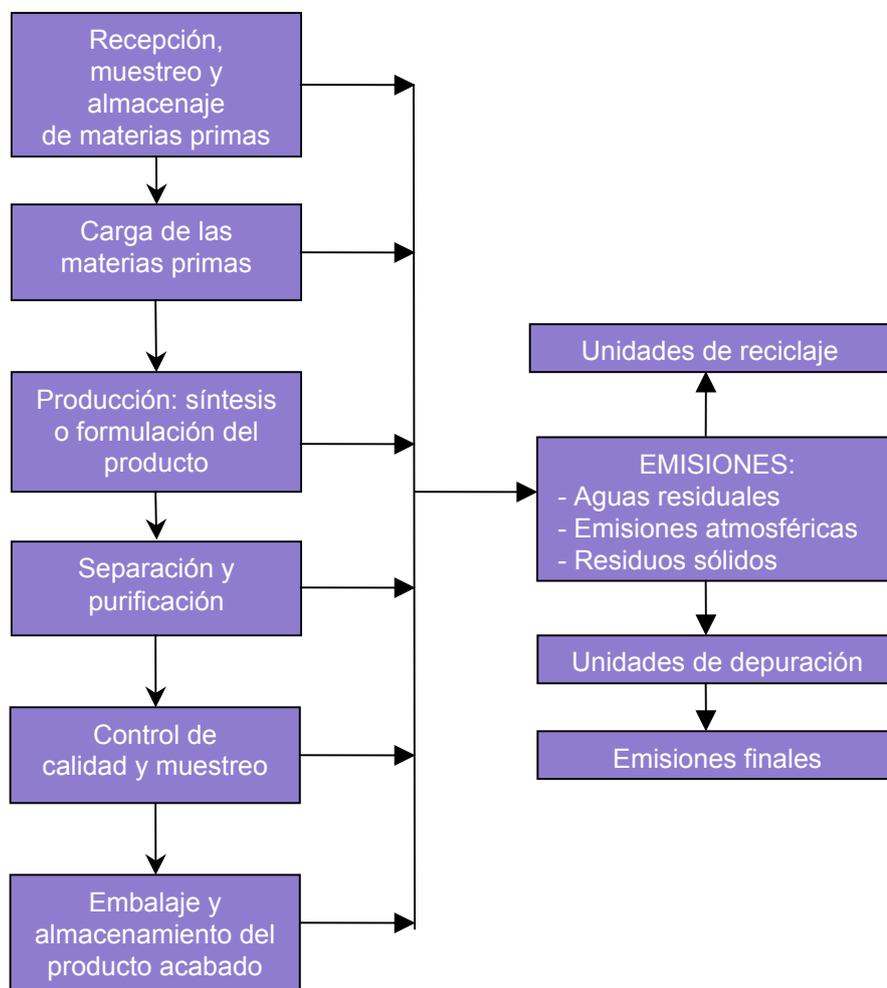


Figura 6.2. Ejemplo de esquema de proceso

IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS INPUTS Y LOS OUTPUTS

El siguiente paso es la identificación y cuantificación de las entradas y salidas que se producen en el proceso. Esta cuantificación es, en definitiva, un balance de masas en el que las entradas deben ser igual a las salidas: todo lo que introducimos en el proceso sale como producto, residuo, calor, emisión, etc.

Gran parte de la información necesaria para llevar a cabo el balance será fácilmente disponible, mientras que, por el contrario, otra deberá ser recogida de varias fuentes, como por ejemplo:

- Datos históricos, especialmente referidos a consumos de energía, agua y materias primas.
- Datos recogidos al momento, de mediciones in-situ de caudales, pesos, etc.
- Medición de los residuos y emisiones.

CÁLCULO DEL COSTE ASOCIADO A LA PRODUCCIÓN DE RESIDUOS Y EMISIONES

El coste asociado a la generación de residuos y emisiones incluye más aspectos que únicamente el tratamiento y deposición final. Incluye todos los costes que incurren en su producción y gestión. A continuación se exponen algunos de los costes a considerar:

- Costes de transporte.
- Costes de almacenamiento.
- Costes del tratamiento de emisiones y vertidos.
- Costes de la recolección y gestión de los residuos sólidos.
- Pérdidas de materias primas.
- Coste de la materia prima que se convierte en residuo o emisión (por ejemplo de un disolvente, o del agua).
- Costes de proceso asociados a la producción del residuo o emisión.
- Costes laborales.
- Depreciación del capital.

Así, el coste total de un residuo puede expresarse según la siguiente ecuación:

Coste total = coste de la materia prima + valor añadido + coste de oportunidad de ventas + coste de gestión, tratamiento y deposición.

6.7.4. Generación y evaluación de las oportunidades de minimización

En general suele haber más de una opción para reducir las emisiones y residuos, por lo que es importante saber escoger la más apropiada en cada ocasión. Para ello es necesario evaluar cuidadosamente los costes y beneficios de cada una de las opciones.

GENERACIÓN DE OPORTUNIDADES

Durante la fase de valoración inicial e investigación se empiezan a generar ideas sobre como cambiar la manera de hacer las cosas, ya sea en el consumo de materias primas, energía u otros aspectos, de forma más eficiente desde el punto de vista ambiental. Para favorecer la generación de ideas se puede crear un buzón de ideas o convocar una reunión de “brainstorming” en la que participen diferentes niveles de la organización.

Las oportunidades de minimización pueden agruparse en tres grandes grupos: las que buscan la reducción en origen, las que promueven la reutilización y/o el reciclaje y, finalmente, las que se centran en la mejora de la gestión del residuo inevitablemente producido. En la siguiente tabla se exponen algunas de las oportunidades de minimización, de acuerdo con la clasificación anterior:

Tabla 6.1. Ejemplos de Oportunidades de Prevención de la contaminación

OPORTUNIDAD DE MINIMIZACIÓN	EJEMPLOS
Reducción en origen	Mejoras en el mantenimiento: muchas de las opciones de minimización resultan de llevar a cabo un buen programa de mantenimiento que reduzca las pérdidas en instalaciones y equipos, como válvulas, tuberías, cierres, juntas, etc.
	Modernización de los equipos: reemplazar equipos por modelos más eficientes pueden ayudar a la minimización, de energía y otros consumos, por ejemplo.
	Substitución de materiales: la substitución de sustancias tóxicas por otras no tóxicas contribuye a la minimización en la generación de residuos tóxicos. Un ejemplo de esta práctica sería la substitución de los disolventes usados en limpiezas por productos en base acuosa.
	Rediseño de proceso: en ocasiones un mismo producto puede producirse usando distintas técnicas. Por ejemplo, muchos productos químicos pueden fabricarse aplicando tecnologías de química verde, usando materias menos tóxicas, etc.
	Rediseño de producto: el rediseño del producto para generar menos residuos y emisiones o menos tóxicos puede ser viable. Por ejemplo, los colorantes y tintas en base acuosa generan menos emisiones y residuos tóxicos que los que son en base disolvente.
Reutilización y/o reciclaje	Reciclado y reutilización en proceso: los residuos de un proceso pueden ser usados como materia prima de otros o del mismo proceso. Por ejemplo las aguas madre o de limpiezas de ciertos procesos pueden filtrarse y reutilizarse para nuevas formulaciones.
	Reciclado externo: existen numerosos recicladores externos que valorizan el residuo, como por ejemplo los disolventes.
Tratamiento y deposición final	Separación de residuos: la mezcla de residuos que requieren un tratamiento final con los que no, incrementan la generación de residuos. Por ejemplo, separar los residuos tóxicos de los no tóxicos reduce la cantidad de residuos tóxicos a gestionar. Además permite la reutilización o reciclaje de los residuos, tanto los tóxicos como los no tóxicos.

EVALUACIÓN DE LAS OPORTUNIDADES

Algunas de las oportunidades generadas no implican apenas costes o riesgos y pueden aplicarse inmediatamente mientras que otras se descartan por su inviabilidad en la práctica. El resto de oportunidades generadas deben evaluarse para determinar su viabilidad. La evaluación debe contemplar los siguientes aspectos:

- Evaluación técnica:
 - Potencial de reducción de residuos y emisiones.
 - Seguridad de los trabajadores afectados.
 - Mantenimiento o mejora de la calidad del producto.

- Disponibilidad de espacio.
- Compatibilidad de los nuevos equipos, materiales o procedimientos.
- Necesidades de formación y adiestramiento.
- Evaluación medioambiental:
 - Efecto en cantidad y toxicidad de los flujos de residuos y emisiones.
 - Consumo de energía.
 - Impacto ambiental de las materias primas alternativas introducidas.
 - Riesgo de transferencia del impacto ambiental de un medio a otro (por ejemplo, de residuo sólido a vertido líquido o emisión gaseosa).
- Evaluación económica:

Para evaluar la viabilidad económica necesitamos conocer el coste asociado al residuo antes y después de la aplicación de la oportunidad de minimización y el coste de inversión de dicha oportunidad. Con estos datos podremos calcular el tiempo de retorno de la inversión, que nos dará una idea de la viabilidad de la opción:

$$\text{Tiempo de retorno (años)} = \frac{\text{Coste de inversión (capital+puesta en marcha+otros costes)}}{\text{Coste anual de residuo inicial} - \text{Coste anual de residuo final}}$$

6.7.5. Implantación y control de los cambios

IMPLANTACIÓN DE LOS CAMBIOS.

La implantación de los cambios, incluso los más sencillos, puede ser difícil. Algunas de las razones para dificultar la implantación van desde la propia resistencia al cambio dentro de la organización, la inercia y las restricciones de tiempo. En general, la receptividad de los cambios es mayor cuando las personas implicadas conocen las razones del cambio y el papel que deben desempeñar. Es importante, por tanto, planificar bien la implantación de los cambios, para lo cual se deben hacer las siguientes consideraciones:

- Conocer quien tiene la autoridad para llevar a cabo los cambios: es importante obtener el soporte de la Dirección para asegurarse la autorización, la financiación y el equipo necesario para realizar los cambios. Para cambios pequeños será suficiente implicar a los responsables de turno o encargados, mientras que para los cambios grandes será preciso obtener financiación y programarla en el presupuesto anual.
- Asignar a un responsable de supervisar y asegurar que el cambio se introduce sin tensiones.
- Determinar la información que debe llegar al personal implicado en el cambio.
- Determinar las necesidades de formación y entrenamiento del personal implicado.

CONTROL DE LOS PROYECTOS

Una vez implantadas las oportunidades de minimización de residuos y emisiones llega el momento del control, que permitirá a la organización disponer de información acerca del desarrollo de los proyectos implantados. De cada proyecto se debe decidir:

- Lo que se quiere controlar: por ejemplo, consumo de energía, generación de residuos, consumo de materias primas:

- Cuando se quiere controlar: diariamente, cada hora, cada turno, ocasionalmente, etc.
- La manera de realizar el control.
- El responsable que debe llevar a cabo cada control.
- La manera de recoger e interpretar los datos: realización de gráficos, estadísticas, etc.
- Determinar el responsable de comunicar los resultados y a quien.

6.7.6. Medida del progreso: programa y evaluación de los proyectos

Es importante revisar regularmente el progreso del programa de minimización para determinar si los objetivos que se han fijado se están consiguiendo o no, y en este último caso determinar como pueden conseguirse. Cuando se evalúa el programa de minimización es importante identificar tanto los aspectos que funcionan como los que no y los que pueden mejorarse.

Una manera de medir el progreso del programa es siguiendo los resultados de los proyectos individualmente, como por ejemplo la cantidad de residuo reducido, el dinero ahorrado y si el proyecto se ha implantado correctamente, a tiempo y dentro de lo presupuestado.

Algunos de los criterios que pueden ser útiles para medir el progreso del programa de minimización de residuos y emisiones se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 6.2. Criterios para medir el progreso del programa de minimización

ASPECTO DEL PROGRAMA	CRITERIO DE EVALUACIÓN
Proyectos	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de residuos y emisiones conseguido Ahorro en materias primas conseguido Dinero ahorrado Mejora en la calidad del producto Mejora en la seguridad de los trabajadores Cumplimiento del presupuesto Cumplimiento del calendario
Apoyo de la Dirección	<ul style="list-style-type: none"> Declaración de soporte Aprobación de proyectos Proporción de ideas y sugerencias Publicidad de los éxitos
Funcionamiento del equipo e implicación del personal	<ul style="list-style-type: none"> Habilidades del equipo y operación Participación del personal Proporción de ideas y sugerencias Logro de objetivos individuales Apoyo a los proyectos Disponibilidad para formación y entrenamiento
Conocimiento del proceso y de los residuos y emisiones generados	<ul style="list-style-type: none"> Mapa del proceso realizado Identificación de todas las fuentes de residuos y emisiones Residuos y emisiones cuantificados Coste del residuo calculado
Integración en el día a día de la gestión	<ul style="list-style-type: none"> Establecimiento de indicadores clave referidos a residuos, consumos... Establecimiento anual de objetivos Establecimiento del control del programa Responsabilidades asignadas y escritas en las descripciones de trabajo Proyectos incluidos en el presupuesto Integración en sistemas de gestión existentes La minimización forma parte de la agenda de trabajo de los responsables de la organización
Mantenimiento del programa de minimización	<ul style="list-style-type: none"> Seguimiento y revisión de los procedimientos de minimización establecidos Los empleados se mantienen informados e implicados La documentación y control del sistema está establecida Los nuevos proyectos están identificados

6.7.7. Mantenimiento del programa de minimización de residuos y emisiones

Una vez el programa de minimización está implantado hay que pensar en como mantenerlo. Algunas ideas para mantener el programa se describen a continuación:

CAMBIOS EN EL EQUIPO DE MINIMIZACIÓN

El equipo de minimización debe establecer rotaciones en sus miembros para mantener fresco el flujo de ideas.

FORMACIÓN

La formación en minimización de residuos y emisiones debe incluirse en los programas de formación tanto del personal de nueva incorporación como en la formación continuada de todo el personal.

COMUNICACIÓN DE LOS LOGROS

La comunicación del programa de minimización y de sus éxitos es una buena herramienta para mantenerlo. La comunicación interna incrementa la implicación del personal y su participación.

Además de la comunicación interna, la compañía debe establecer un programa de comunicación externa pensado como una herramienta de relaciones públicas, para comunicar los logros del programa de minimización a las autoridades, vecinos y opinión pública en general.

INTEGRACIÓN DE LA MINIMIZACIÓN EN EL DÍA A DÍA DE LA OPERACIÓN

Para asegurar que la minimización está integrada en el día a día de las operaciones de la compañía, se debe:

- Asignar a la contabilidad de las unidades generadoras de residuos los costes asociados a dichos residuos.
- Incluir los objetivos de minimización en la política de la empresa.
- Desarrollar indicadores relacionados con los objetivos de minimización y asignar responsabilidades para alcanzarlos.
- Hacer llegar a la Dirección el programa de evaluación anual.
- Establecer las responsabilidades relacionadas con la minimización en las descripciones de los puestos de trabajo.

7. CONCLUSIONES

7.1. PROPUESTAS GLOBALES

Tal como se ha descrito en capítulos anteriores, los subsectores químicos presentan una serie de características que determinan y condicionan su problemática medioambiental:

1. Materia prima procedente de otras empresas, incluso de otros países y, con frecuencia, desconocimiento de los productos químicos que se manipulan. La gran variedad de procesos existente en un mismo establecimiento requiere la manipulación de un elevado número de materias primas, productos auxiliares y productos químicos.
2. Gran variedad de procesos (un mismo establecimiento suele procesar diversos tipos de productos químicos, con unos mismos equipos o con equipos diferentes).
3. Procesos rápidamente cambiantes en el tiempo en función de la demanda y los dictados del mercado, por lo que dichos procedimientos pueden ser significativamente distintos de temporada a temporada.
4. Los procesos pueden ser en continuo, semicontinuo o discontinuo, pero siempre requieren de diversas etapas de procesado.
5. Un gran número de etapas que implica consumos de agua y energía importantes.
6. Algunas etapas en húmedo requieren agua de determinada calidad, por lo que son necesarios procesos de acondicionamiento del agua, como la electrodiálisis o la ósmosis inversa.

Dadas estas características básicas de los subsectores estudiados, se generan las siguientes problemáticas ambientales o principales efectos de éstos sobre el medio ambiente:

1. Importante consumo de agua y energía.
2. Consumo de auxiliares y productos químicos más o menos elevado en función de la tecnología disponible.
3. Elevado caudal de aguas residuales con carga contaminante significativa. (Aunque la carga contaminante de las aguas residuales generadas depende de los procesos llevados a cabo, los parámetros que suelen ser más significativos son la DQO, la DBO, los sólidos totales, el AOX, la toxicidad, el nitrógeno y los cloruros).
4. Generación de materia prima y productos químicos caducados, debido a la gran variedad de éstos que un mismo establecimiento debe manejar y a los cambios en su nivel de consumo de una temporada a otra y a errores de almacenamiento.
5. Generación de gran número de envases vacíos, correspondientes a auxiliares y productos químicos utilizados en proceso.
6. Emisión a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles, en caso de que se hayan usado disolventes y/o auxiliares que incorporen estos compuestos en su formulación.

No obstante, tal y como se ha explicado en este manual, esta situación permite la implantación de gran número de mejoras para conseguir la prevención de la contaminación y el ahorro de recursos naturales.

A grandes rasgos, teniendo en cuenta la diversidad del sector y para poder mantener la competitividad de las empresas, la solución radica en la implantación, en cada caso particular, de aquella o aquellas **mejoras ambientales** que se consideren más adecuadas de entre todas las posibles.

Sin embargo, para llevar a cabo algunas de estas opciones, es necesaria la sustitución de determinadas materias primas, la adquisición de determinada instalación y/o la implantación de determinada nueva tecnología que, aunque pueden ser objetivos interesantes en si mismas por los beneficios ambientales que conllevan, también pueden ser requisitos para la consecución de objetivos más globales.

El análisis de la viabilidad económica de las diferentes alternativas existentes deberá hacerse en cada caso particular, puesto que las inversiones que se requerirán dependerán de la tecnología preexistente en cada empresa.

En cualquier caso, la implantación de cualquiera de las opciones de producción más limpia antes mencionadas y, especialmente, cuando se trata de sustitución de materias primas o modificaciones de los procesos, deberá ir acompañada de una labor de información y formación de los empleados para que se obtengan y mantengan los beneficios ambientales deseados sin que se resienta ni la calidad del producto ni la productividad del establecimiento.

7.2. PROPUESTAS PARTICULARES

A continuación y después de un análisis exhaustivo de la situación de la Industria Química en la cuenca mediterránea, se explica la valorización de la situación de las empresas químicas en los países del arco mediterráneo.

Los datos que se presentan en este apartado han sido obtenidos de aquéllos aportados en los cuestionarios cumplimentados por los países y no pretenden aplicar ningún juicio de valor sobre el comportamiento ambiental de las industrias, sino señalar, basándose en dichos datos, algunas de las posibles iniciativas para la aplicación de medidas de prevención en origen de la contaminación, de las que se podría destacar:

1. Implantar Buenas Prácticas Ambientales, planes de minimización y proyectos de prevención de la contaminación, en especial aquellas relacionadas con las operaciones de limpieza, pues suelen ser operaciones sencillas y económicas.
2. Realizar campañas de sensibilización y formación medioambiental para operarios y técnicos de las empresas químicas fomentando así el interés por la producción más limpia. Editar material divulgativo y distribuirlo entre todas las empresas. Realizar cursos internos de sensibilización y formación medioambiental en las empresas químicas.
3. Poner en marcha campañas de formación de técnicos especializados en medio ambiente.
4. Evitar que se produzcan pérdidas del producto final durante los procesos productivos y, en todo caso, que el producto residual no se incorpore a las aguas residuales.
5. Establecer como mínimo un sistema de pretratamiento de las aguas residuales consistente en la homogeneización y neutralización antes de su vertido.
6. Mejorar el mantenimiento de las calderas, circuitos y sistemas de refrigeración.
7. Sustituir los sistemas obsoletos por sistemas continuos, más avanzados, y eficientes de nuevas tecnologías innovadoras en las empresas más grandes.
8. Establecer un sistema de recogida colectiva de los restos de producción de las pequeñas empresas, para su valorización centralizada y gestión correcta de los mismos partiendo de una segregación en origen.

9. Sustituir progresivamente los sistemas manuales de limpieza por sistemas CIP (*clean in place*). Estandarizar los procedimientos de limpieza y recuperar las soluciones de limpieza con el objeto de reutilizar las sustancias químicas presentes en aquellos casos en los que esté implantado dicho sistema.
10. Cuando se utilice un sistema de limpieza manual, implantar medidas de reducción y control de consumo de agua en el proceso mediante técnicas específicas.
11. Evitar el vertido del producto residual e implantar un sistema de recogida y valorización del mismo.
12. Realización de proyectos de reutilización de vertidos.
13. Efectuar una gestión adecuada de los residuos, partiendo de una segregación en origen.
14. Minimización de los residuos de envases, evitando los fallos en el envasado e implantando un sistema de recuperación o reciclado de los envases usados.
15. Reducción de la carga contaminante de las aguas residuales de la fabricación de los productos finales.
16. Estudiar posibilidades de mejora medioambiental, especialmente de aprovechamiento de los residuos químicos.
17. Evitar las pérdidas de producto en el proceso, las pérdidas de producto final durante el procesado y reducir la cantidad del mismo incorporada al efluente final.
18. Recuperación de energía e implantación de medidas de aprovechamiento y optimización de su consumo, así como una utilización de combustibles más limpios, por ejemplo, gas natural. Implantación de sistemas de cogeneración con vistas a una optimización del rendimiento energético.
19. Promocionar el uso de tecnologías limpias.

8. BIBLIOGRAFÍA

8.1. DOCUMENTACIÓN CONSULTADA

- CENTRO DE ACTIVIDAD REGIONAL PARA LA PRODUCCIÓN LIMPIA (CARL/PL), 2004. 2ª Edición. Estado de la Producción más limpia en los países del Plan de Acción para el Mediterráneo.
- REGIÓN DE MURCIA. CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, AGUA Y MEDIO AMBIENTE. SECRETARIA SECTORIAL DE AGUA Y MEDIO AMBIENTE, 2001. Guía de Buenas Prácticas Ambientales, Industria Química en General.
- SEMINARIS TERRITORIALS SOBRE QUALIFICACIÓ AMBIENTAL A LES EMPRESES. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient. Sistema CE d'ecogestió i ecoauditoria.
- Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC):
- Draft Reference Document on Best Available Techniques for the Manufacture of Organic Fine Chemicals.
- Draft Reference Document on Best Available Techniques for the Production of Speciality Inorganic Chemicals.
- Estudio sobre vertidos industriales. FUNDACIÓN COTEC (1999).
- Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos. N. L. NEMEROW, A. DASGUPTA. Ed. Díaz Santos (1998).
- Towards Ecologically Sustainable Management of Chemicals in Australia, Environment Protection and Heritage Council, Australia 2003.
- Guide to Developing and Implementing a Waste Minimisation Program, Christchurch City Council, New Zealand 2003.
- Profile of Organic Chemical Industry: Pollution Prevention Opportunities, EPA, USA 2002.
- Design for Environment: http://dfe-sce.nrc-cnrc.gc.ca/home_e.html, National Research Council, Canada.
- Guía Española de Mejores Técnicas Disponibles para el sector de Química Fina Orgánica. Ministerio de Medio Ambiente. B&B Asesores. 2006.

8.2. FUENTES ON-LINE

Dirección General de Comercio en Cataluña: <http://www.mcx.es/barcelona/paisesmediterraneos.htm>

Centre per a l'Empresa i el Medi Ambient (CEMA): www.cema-sa.org

Ministerio de Medio Ambiente de España: www.mma.es

Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya:

<http://www.mediambient.gencat.net/cat/inici.jsp>

Federación Empresarial de la Industria Química Española (FEIQUE) www.feique.org

Asociación Española de Fabricantes de Química Fina (AFAQUIM): www.afaquim.org

Federación Empresarial Catalana del Sector Químico: www.fedequim.org

Consejo Europeo de la Industria Química (CEFIC): www.cefic.org

Responsible Care: www.responsiblecare.org

Environmental Protection Agency: www.epa.gov

Cámaras de Comercio: <http://www.camerdata.es/>

World Wide Chamber of Commerce Guide: <http://www.chamberfind.com/>

Asociación de cámaras de comercio del Mediterráneo (ASCAME): <http://www.ascame.com/>

Fundación Biodiversidad: www.fundacion-biodiversidad.es

Instituto Español de Comercio Exterior (ICEX): www.icex.es

Internacional Trade Centre (ITC): www.intracen.org

The islamic centre for development of trade (ICDT): <http://www.icdt.org>

Arab Trade Financing Program: <http://www.atfp.org.ae/>

Arab Business Information Network: <http://www.arabdatanet.com/>

Economic Cooperation Organization: <http://www.ecosecretariat.org/>

The World Business Organization (ICC): <http://www.iccwbo.org/>

Sicos Biochimie: <http://www.sicos.fr/>

Union des Industries Chimiques de France: <http://www.uic.fr/>

Federchimica : <http://www.federchimica.it/index.asp>

Israel Chemical Society: <http://www.weizmann.ac.il/ICS/index.html>

Manufacturers' Association of Israel (MAI): www.cpc.org.il/RC

Hellenic Association of Chemical Industries /HACI: <http://www.haci.gr/>

Turkish Chemical Manufacturers Association: www.tksd.org.tr

Plataforma Tecnológica Española de Química Sostenible: <http://www.pte-quimicasostenible.org/>

Agencia Europea de Medio Ambiente: <http://local.es.eea.eu.int/>

European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau: <http://eippcb.jrc.es/>

United Nations Population Fund: <http://www.unfpa.org/index.htm>

Information for Africa: <http://www.mbendi.co.za/index.htm>

EO

IA



**Centro de Actividad Regional
para la Producción Limpia (CAR/PL)**

París, 184, 3ª planta - 08036 Barcelona (España)

Tel.: + 34 93 415 11 12 - Fax: + 34 93 237 02 86

E-mail: cleanpro@cprac.org

<http://www.cprac.org>