

# DAOM

---

**Diagnóstico ambiental  
de oportunidades  
de minimización**



Ministerio de Medio Ambiente  
España



Generalitat de Catalunya  
Departamento de Medio Ambiente  
Centro de Iniciativas para  
la Producción Limpia



# DAOM

---

**Diagnóstico ambiental  
de oportunidades  
de minimización**



# DAOM

---

## Diagnóstico ambiental de oportunidades de minimización



Generalitat de Catalunya  
Departamento de Medio Ambiente  
Centro de Iniciativas para  
la Producción Limpia



Ministerio de Medio Ambiente  
España

BIBLIOTECA DE CATALUNYA. DADES CIP:

**DAOM** : diagnóstico ambiental de oportunidades de minimización.  
ISBN 84-393-5126-7  
I. Centre d'Activitats Regionals per a la Producció Neta II. Nacions  
Unides. Programa per al Medi Ambient III. Espanya. Ministerio de  
Medio Ambiente IV. Centre d'Iniciatives per a la Producció Neta  
1. Residus - Minimització - Avaluació  
504.06:628.5

© Generalitat de Catalunya

**Departament de Medi Ambient**  
**Centre d'Iniciatives per a la Producció Neta**

**Primera edició:** mayo de 2000

**Tirada:** 1.000 ejemplares

**Impresión:** ALTÉS, SL

**Coordinación técnica:** Centro de Actividades Regionales para la Producción Limpia (CAR/PL)

**D.L.:** B. 18.840-2000

**ISBN:** 84-393-5126-7

Impreso en España

# Índice

---

Prólogo .....	9
Glosario .....	13
1. Introducción .....	17
2. La producción más limpia .....	18
2.1. De los tratamientos a final de línea a la producción más limpia .....	18
La P+L como estrategia integral de gestión .....	20
La P+L como fuente de oportunidades .....	21
La P+L como estrategia adaptable .....	21
La P+L y los beneficios económicos .....	22
La P+L y los beneficios ambientales .....	22
La P+L como política integral de participación .....	22
La P+L y la imagen de la empresa .....	23
3. El DAOM: definición, características y ventajas .....	24
3.1. A quién le interesa un DAOM .....	25
¿Qué se tiene que pedir a la empresa antes de iniciar un DAOM? .....	26
3.2. Ventajas económicas y estratégicas derivadas de la realización de un DAOM .....	27
3.3. ¿Quién tiene que ejecutar el DAOM? .....	28
La elección del experto .....	29
4. Ejecución del DAOM .....	31
4.1. Como se puede proceder en la realización de un DAOM .....	32
5. Estructura del documento .....	40
5.1. Introducción y antecedentes .....	40
5.2. Descripción general de la empresa .....	40
5.3. Descripción del establecimiento industrial .....	48

5.4. Descripción de las actividades, los procesos de fabricación o las áreas que se diagnostiquen .....	49
5.5. Descripción de las corrientes residuales .....	49
5.6. Alternativas de minimización recomendadas .....	52
5.7. Cuadro resumen de las alternativas .....	58
5.8. Otras consideraciones .....	60
5.9. Anexos .....	60
6. Cierre y seguimiento del DAOM .....	61
6.1. El informe final .....	61
6.2. Plan de seguimiento .....	61
7. Los DAOM y su relación con otras herramientas de gestión ambiental .....	63
7.1. Los DAOM y los diagnósticos de implantación de sistemas de gestión ambiental .....	63
7.2. Las auditorías ambientales y los DAOM .....	64
7.3. Los DAOM y los análisis del ciclo de vida .....	65
7.4. El DAOM y los acuerdos voluntarios .....	66
8. Anexo 1: Grupos de trabajo .....	67
9. Anexo 2: Análisis de las viabilidades técnica y económica .....	69
9.1. Proceso de análisis .....	69
9.2. Viabilidad técnica .....	69
9.3. Viabilidad económica .....	70
10. Anexo 3: Ejemplo práctico de aplicación del DAOM .....	75
Bibliografía .....	129

# Prólogo

---

## **Víctor Macià** **Director del Centro de Actividades Regionales para la Producción Limpia<sup>1</sup>** **Plan de Acción para el Mediterráneo<sup>2</sup>**

La integración del medio ambiente en todos los aspectos de la vida de las sociedades es, en la actualidad, un hecho innegable y aceptado como permanente, sean cuales sean las diferencias que puedan existir en el ritmo y la velocidad con que esta integración se produzca en cada situación en concreto. El cambio en las pautas de comportamiento, individuales o asociativas, que ello comporta afecta, sin duda, a todos los segmentos en que podamos estratificar a una sociedad o país y, entre ellos, al tramado de empresas y sectores económicos.

En el caso de las empresas, este cambio, esta necesaria adaptación al escenario que se dibuja a la luz de esa integración del medio ambiente, debe ser visualizada como un nuevo factor de la producción que la empresa debe incorporar a su gestión y de cuya correcta integración va a depender su futura viabilidad<sup>3</sup>.

Si repasamos las etapas que se han concatenado en la relación entre empresa y medio ambiente<sup>4</sup> y que han ido evolucionando, no nos engañemos, en función del mayor rigor exigido por parte de las administraciones y autoridades ambientales, podemos apreciar que hay un

---

<sup>1</sup> El Centro de Actividades Regionales para la Producción Limpia (CAR/PL) es una de las unidades a través de las cuales desarrolla gran parte de sus actividades el Plan de Acción para el Mediterráneo (PAM) [v. Nota siguiente]. Creado como *Centro de Iniciativas para la Producción Limpia (CIPL)* por el Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Cataluña en 1994, a partir de 1996 y a través de un Convenio entre las Administraciones ambientales española y catalana, incorpora a sus funciones, entre otras, el ser la unidad de apoyo del PAM en temas relacionados con la prevención de la contaminación industrial y la producción más limpia.

En el ámbito español, el Convenio incluye la posibilidad de que el CIPL extienda su campo de actividad a la totalidad del territorio en actividades de promoción de la producción más limpia y la reducción en origen de residuos y emisiones contaminantes, en colaboración con las autoridades ambientales competentes en la Comunidad Autónoma de que se trate en cada caso.

<sup>2</sup> El Plan de Acción para el Mediterráneo (PAM) fue adoptado en 1975 por los Estados de la región mediterránea y la UE, en el marco del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), para fomentar la protección del medio ambiente. Sus actividades de basan en el Convenio de Barcelona, firmado en 1976 y revisado en 1995, y en 6 protocolos específicos.

<sup>3</sup> Dice Kenneth Sadgrove que *“la empresa del futuro, o será mediambientalmente proactiva, o no será”*. Yo estaría de acuerdo con esta afirmación.

<sup>4</sup> V. Capítulo 2.

punto de inflexión a partir del cual, aquello que podía haber sido considerado, errónea y simplemente, como un coste añadido, puede pasar a ser origen de ventajas competitivas.

Ese punto de inflexión correspondería en el tiempo al momento en que se produce esa integración de la gestión del medio ambiente dentro de la empresa con la misma importancia que pueda darse a la gestión financiera, de clientes, de compras o de producción, con las que interacciona. De alguna forma, es en este momento cuando aparece la figura schumpeteriana del “empresario innovador”, aquel que de una situación aparentemente hostil o lesiva, es capaz de extraer ventajas, negocio, valor añadido. En definitiva, beneficio.

Pero para ello, cuando queremos explorar las necesidades a cubrir para una correcta interacción entre las actividades económicas (en especial las industriales) y el medio ambiente que nos permita explotar las potenciales ventajas competitivas, necesitamos dotarnos de instrumentos que permitan a las empresas analizar las diferentes opciones y tomar las decisiones correctas, desde la perspectiva ambiental y empresarial, tanto bajo una aproximación técnica como económica.

Y entre estas herramientas, en primer lugar las que permitan explorar las oportunidades que ofrece esa relación más proactiva entre empresa y medio ambiente y que se inicia, necesariamente, analizando qué residuos y emisiones pueden eliminarse o reducirse en origen, dentro del propio proceso, antes o en lugar de ser tratados para dejarlos en condiciones aceptables por el medio receptor (aire, agua o suelo).

En definitiva, el reto que se plantea no es tanto medioambiental como empresarial. Un residuo, un vertido o una emisión es algo que la empresa, en un estadio u otro (materias primas, mano de obra, energía,...), ha adquirido o al que ha añadido valor. Parece lógico, pues, analizar si a la luz de la evolución de la tecnología o mediante la mejora y racionalización de los procesos, ese valor es recuperable y en qué condiciones de viabilidad lo es.

Estamos planteando, pues, una propuesta que no conculca en absoluto, sino que abona, cualquier principio de buena gestión empresarial y que pasa por el ahorro y mejor gestión de los factores de la producción.

Decíamos, pues, que “*el residuo o la emisión es algo por lo que la empresa ha pagado*” y que merece la pena estudiar la posibilidad de recuperar. Pero también es algo por lo que la empresa pagará al entregarlo al medio receptor en las condiciones que éste reclama. Pagará en forma de tratamiento, de obligaciones formales, de costes de depósito y, en los casos más extremos, en forma de sanción o de responsabilidad social o penal. Razón de más para ver la forma de evitar o reducir esos costes añadidos que no añaden valor al producto o servicio.

Para identificar esas ventajas potenciales de una política empresarial que incorpore la prevención en origen de la contaminación<sup>5</sup> nada mejor que un sistema para diagnosticar e identifi-

---

<sup>5</sup> Existe una cantidad de propuestas y programas que se diferencian, esencialmente, en el nombre. Muchas veces estamos diciendo prácticamente lo mismo cuando hablamos de “reducción en origen”, “prevención en origen”, “minimización de residuos y emisiones”, “producción más limpia”, 2P, 3R, 3P, “common sense initiative”, “eco-eficiencia”, “diseño para el medio ambiente”, ... Además, cada institución que lanza un programa de estas características, acuña alguna de estas frases-programa, elevándolas a la categoría de elemento diferenciador de sus actividades. Personalmente, opino que esta proliferación puede

car, con un elevado grado de fiabilidad, las ventajas económicas, tecnológicas, económicas y ambientales que subyacen en el cambio que se propone a las empresas.

Es bajo esta aproximación que el CIPL comenzó a proponer a las empresas el que explorasen las oportunidades que se esconden detrás de una mejor gestión ambiental.

Con la secuencia “diagnosticar-identificar” muy clara, nos encontramos, no obstante, con una incorrecta aplicación por parte de los expertos a los que encargábamos desde el CIPL esa tarea.

Demasiado influidos por el concepto “auditor” (que se basa en el principio “cumplimiento-incumplimiento”), era necesario definir un protocolo que focalizase exclusivamente sobre la prevención y la reducción en origen, prescindiendo del grado de cumplimiento, cercanía o lejanía respecto a unas normas reglamentarias<sup>6</sup>.

Así fue como nació el Diagnóstico Ambiental de Oportunidades de Minimización (DAOM) entendido como un instrumento que permitiera a las empresas con las que tomábamos contacto, evaluar la conveniencia de avanzar en un proyecto con la reducción en origen de residuos y emisiones contaminantes como objetivo. Un instrumento que ofrece más similitudes que diferencias con otros ya existentes, pero que a nosotros, en el CIPL, se nos ha revelado de gran utilidad<sup>7</sup> y que permite, además, una primera aproximación a los sistemas de gestión ambiental certificables.

Esta última afirmación es especialmente válida para las pequeñas y medianas empresas (la mayoría en cualquier sociedad) para las que el salto directo a las exigencias de una certificación

---

llevar a percepciones opuestas a las que se quieren despertar entre el empresariado. No por presentar una avalancha de propuestas con diferencias mínimas en su contenido conseguiremos que el mundo de las empresas adopte una posición más proactiva. Una aproximación serena, fundamentada y constante posiblemente gozaría de una mayor credibilidad. Pero todos queremos nuestra pequeña o gran dosis de protagonismo.

<sup>6</sup> La Producción más limpia o cualquiera de las propuestas semejantes incide en el proceso y sus eficiencias ambientales y técnicas. Una instalación que cumpla a la perfección con lo establecido por las reglamentaciones, mediante tecnologías *end-of-pipe* puede albergar toda suerte de ineficiencias en sus procesos productivos. Son éstas las que conviene identificar para proponer las alternativas que evidencien las ventajas de la gestión ambiental proactiva. Por ello, para aplicar un programa de producción más limpia, el grado de cumplimiento no es determinante.

<sup>7</sup> Todos bebemos de las mismas fuentes y el CIPL (o el CAR/PL, si se prefiere) no fue la excepción. Entre las obras que nos sirvieron de base para elaborar lo que sería el DAOM deben destacarse dos que tal vez se avanzaron en el tiempo a lo que la sociedad industrial catalana estaba en condiciones de admitir, entender y poner en práctica. La primera, en 1992, el *Manual de minimización de residuos y emisiones industriales*, un trabajo del Institut Cerdà de Barcelona y que fue financiado por diversas autoridades ambientales españolas. La segunda, el *Manual Media*, publicado el 1995 por el Ministerio de Industria y Energía. Ambas obras, de una calidad que debe reconocerse y subrayar, adolecían de dos enfoques que, junto con la falta de sensibilidad y percepción por parte de los sectores empresariales que ya hemos mencionado, limitaban su utilidad:

- Más orientadas a “problemas” que a “oportunidades”, lo que no coadyuva a desarrollar una aproximación proactiva.
- Estaban concebidas como un autodiagnóstico, hecho que limita su utilidad por tres razones:
  - Para ser un instrumento eficaz implican la necesidad de un grado de concienciación que no existía y de disciplina y capacidad de autoanálisis del que muchas empresas carecen.
  - Necesitan de una estructura organizativa compleja y preparada para este tipo de ejercicio de autoanálisis.
  - Las empresas medianas y pequeñas, aun suponiendo sean capaces de identificar las oportunidades, difícilmente dispondrán de los conocimientos para hallar las alternativas que les sean de aplicación.

Se podrían citar muchas otras publicaciones, con funciones a veces más divulgativas que operativas, pero todas ellas con rasgos comunes.

ISO14000 o EMAS<sup>8</sup> puede resultar traumática. El conocimiento de las oportunidades de reducción en origen de la contaminación viene acompañado de un mejor conocimiento del flujo de materiales y consumos de su actividad y una correcta asignación de los costes vinculados que redundará en una más fácil incorporación de las prácticas y cambios organizativos que conlleva un sistema de gestión certificado.

De alguna forma, el razonamiento puede resumirse en la frase “*no se puede gestionar correctamente aquello que se desconoce o está mal medido*” que nos reflejaría, por extraño que parezca, la situación existente en muchas empresas que desconocen o asignan de forma errónea los costes ambientales<sup>9</sup>: Desde el desconocimiento difícilmente pueden tomarse decisiones correctas.

Este libro pretende difundir, para su uso por profesionales del sector del medio ambiente y empresas en general, el mecanismo, la metodología y, lo que muchas veces es más importante y esclarecedor, ejemplos prácticos de lo que es y de lo que da como resultado un DAOM<sup>10</sup>.

La forma en que está estructurado permite su utilización en cualquier empresa, prescindiendo de las características específicas de cada país. Lo que sí variará serán las viabilidades a corto plazo de las oportunidades que se identifiquen<sup>11</sup>.

No quisiera finalizar este prólogo sin manifestar el reconocimiento a las instituciones que han permitido su realización y publicación<sup>12</sup>, en el marco del Plan de Acción para el Mediterráneo y el deseo de que pueda resultar de utilidad para las empresas de la región mediterránea en su evolución hacia los sistemas de producción que harán del nuestro, un planeta más sostenible.

---

<sup>8</sup> Environmental Management and Audit System, el sistema de gestión ambiental voluntario lanzado por la Unión Europea.

<sup>9</sup> Cabe señalar como uno de los factores que ayudan o dificultan a la correcta asignación de costes ambientales, el nivel en que las externalidades ambientales estén internalizadas, la existencia y aplicación de los instrumentos de todo tipo (legales, coercitivos, económicos, fiscales,...) y el hecho de que materias primas (como agua y energía) estén subvencionadas y no reflejen su coste real. También depende de factores aparentemente externos, como el nivel de desarrollo o de cultura, entre muchos otros pero que, en el fondo, son coincidentes y convergentes en eso que nos hemos fijado como objetivo y al que denominamos Desarrollo Sostenible.

<sup>10</sup> En nuestra página Web (<http://www.cipn.es>) puede consultarse el número de DAOMS dirigidos directamente desde el CIPL y los sectores en los que se están utilizando como herramienta para identificar esas oportunidades de mejora económica y ambiental.

<sup>11</sup> V. Nota 9.

<sup>12</sup> Las actividades que realiza el CIPL como CAR/PL están financiadas por el Ministerio de Medio Ambiente de España, según se recoge en el Convenio de cooperación mencionado en la Nota 1.

# Glosario

---

En este apartado se incluyen las definiciones de algunos de los términos empleados en este libro.

**Auditoría ambiental.** Instrumento de gestión que comprende una evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva de la eficacia de la organización, el sistema de gestión y los procedimientos destinados a la protección del medio ambiente, y que tiene por objeto facilitar el control, por parte de la dirección, de las prácticas que pueden ejercer efectos sobre el medio ambiente, y evaluar su adecuación a las políticas medioambientales de la empresa (Reglamento 1836/93 del Consejo Europeo).

**Evaluación ambiental.** Un análisis preliminar global de los problemas, efectos y resultados en materia de medio ambiente de las actividades realizadas en un centro. (Reglamento 1836/93 del Consejo Europeo).

**Evaluación del ciclo de vida.** Conjunto de técnicas articuladas en un procedimiento objetivo y sistemático para identificar, clasificar y cuantificar las cargas contaminantes o los impactos ambientales y los recursos materiales y energéticos asociados a un producto, un proceso o una actividad desde que se concibe hasta que se elimina.

**BAT (Best Available Techniques).** Mejores técnicas disponibles. Conjunto de técnicas, actividades, procedimientos y métodos de trabajo desarrollados y probados a escala industrial, diseñados de forma que permitan su aplicación en un contexto industrial determinado, en condiciones económicas viables para la empresa, puestos en práctica para evitar o, cuando ello no sea posible, reducir las emisiones al mínimo.

**BATNEEC (Best Available Techniques Not Entailing an Excessive Cost).** Mejores técnicas disponibles siempre que se haya demostrado que son económicamente rentables, una vez aplicadas al sector industrial correspondiente.

**Buenas Prácticas.** Conjunto de formas correctas de actuación del personal y de gestión y de control de las actividades industriales que favorece la minimización de residuos y de emisiones. Las Buenas Prácticas se pueden llevar a cabo, en general, con muy poco coste y por tanto con un retorno rápido de la inversión y, además, son muy efec-

tivas. Para poder aplicar con éxito las Buenas Prácticas, en muchos casos se precisa un cambio de actitud que involucra a todo el personal de la empresa, desde los operarios a pie de máquina hasta los directivos, informándolos del proyecto que se quiere llevar a cabo y de los objetivos propuestos y, a medida que éstos se van consiguiendo, haciéndolos partícipes de los resultados alcanzados.

**Cambios de materiales.** Sustitución de las materias primas y/o de los productos auxiliares que ejercen un impacto significativo en el medio ambiente por otros materiales menos nocivos, o que pueden ser utilizados en menores cantidades, pero que conservan la misma utilidad que los primeros.

**Cambios de tecnología.** Modificaciones de procesos y equipos con el objetivo de reducir en origen las corrientes residuales. Estas modificaciones pueden comprender desde pequeños cambios que se pueden implantar en pocos días con un coste reducido, hasta la sustitución de procesos que supongan un coste elevado. Estos cambios pueden consistir en: cambios en el proceso de producción, cambios de equipos, secuencias o conducciones, automatización, cambios en las condiciones de operación de los procesos (caudales, temperatura, presión, tiempos de residencia, etc.), nuevas tecnologías (telemática, domótica, biotecnología, etc.).

**Corrientes residuales.** Emisiones residuales en cualquier estado físico (gas, sólido, líquido) y a cualquier medio receptor (agua, aire, suelo).

**Diagnóstico ambiental inicial.** Véase evaluación ambiental.

**Diagnóstico ambiental de oportunidades en la minimización.** Evaluación de las posibilidades de minimización de los residuos y emisiones producidos o generados por una actividad industrial determinada.

**Emisión.** La expulsión a la atmósfera, al agua o al suelo de sustancias, vibraciones, calor o ruido procedentes de forma directa o indirecta de fuentes puntuales o difusas de la instalación. (Directiva 96/61/CE del Consejo, de 24 de septiembre de 1996, relativa a la Prevención y al Control Integrados de la Contaminación).

**Minimización.** Operaciones de reducción y reciclaje en origen que permiten la disminución de las emisiones, en cantidad y/o en peligrosidad y con un balance medioambiental favorable, que se generan en un proceso productivo.

**Modificaciones de los productos.** Readaptación de las propiedades y utilidades de los productos elaborados para que, con una perspectiva amplia desde el momento en que se fabrica el producto hasta su disposición final, considere los impactos ambientales y, al mismo tiempo, la necesidad de recursos como la energía, el agua y los materiales que requieren estos productos, y los haga lo más eficientes posible. Ello significa que se reduzca la cantidad de *inputs* que necesita el producto para ser elaborado y, a la vez, se prolongue su vida útil (por ejemplo, con piezas reutilizables y desmontables, con capacidad multifuncional, etc.).

**Modificaciones de los procesos.** Readaptación de los procesos que tienen lugar en una empresa para que sean más eficientes. Ello significa potenciar el ahorro de agua, energía, materiales, etc. mediante unos cambios en la estrategia de producción que permitan que ésta no despilfarre recursos, se lleve a cabo de forma más eficiente y reduzca las corrientes residuales.

**Prevención.** Conjunto de medidas destinadas a evitar la generación de corrientes residuales o a conseguir su reducción y la de la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes que contienen.

**Producción más limpia.** Aplicación continua de una estrategia integrada de prevención ambiental a los procesos, a los productos y a los servicios, con el objetivo de incrementar la eficiencia global y de reducir los riesgos en los seres humanos y en el medio ambiente. En cuanto a los procesos, la producción más limpia incluye la conservación de las materias primas, el agua y la energía, la eliminación de las materias primas tóxicas y la reducción de la cantidad y la toxicidad de todas las emisiones al agua y a la atmósfera, y de los residuos. En cuanto a los productos, la estrategia tiene por objeto reducir todos los impactos durante el ciclo de vida del producto, desde la extracción de las materias primas hasta el residuo final. Con respecto a los servicios, supone la inclusión de aspectos medioambientales en el diseño y distribución de los servicios. La producción más limpia se consigue mediante la aplicación de los conocimientos, la mejora de la tecnología y el cambio de actitudes (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente).

**Rechazo.** Residuos o fracciones que no tienen valor.

**Reciclaje en origen.** Opción de valorización que implica volver a utilizar una corriente residual, en el mismo centro productivo donde se ha generado, bien en el mismo proceso o en otro.

**Reducción en origen.** Cualquier modificación de proceso, instalaciones, procedimientos, composición del producto o sustitución de materias primas que comporte la disminución de la generación de corrientes residuales —en cantidad y/o peligrosidad potencial—, tanto en el proceso productivo como en las etapas posteriores a su producción.

**Residuo.** Cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención o la obligación de desprenderse.

**Residuo especial.** Residuos que tienen las propiedades de ser explosivos, comburentes, fácilmente inflamables, irritantes, nocivos, tóxicos, cancerígenos, corrosivos, infecciosos, teratogénicos, mutagénicos, ecotóxicos; sustancias o preparados que emiten gases tóxicos o muy tóxicos al entrar en contacto con el aire y el agua o con un ácido; sustancias o preparados susceptibles, después de eliminarlos, de dar lugar a otra sustancia en un medio cualquiera, por ejemplo, un lixiviado que tenga alguna de las características mencionadas anteriormente (Directiva 91/689/CE).

**Sistema de gestión y auditoría medioambiental.** Sistema que permite la participación voluntaria de las empresas que desarrollan actividades industriales para evaluar y mejorar los resultados de las actividades industriales en relación con el medio ambiente.

te y que a la vez facilita la correspondiente información al público (Reglamento 1836/93 del Consejo Europeo).

**Sistema de gestión ambiental.** Cualquier sistema que implante una empresa para organizar y controlar su gestión ambiental.

**Subproducto.** Los residuos que se pueden utilizar directamente como materias primas de otras producciones o como sustitutos de productos comerciales, y que son recuperables sin necesidad de someterlos a operaciones de tratamiento.

**Tratamientos a final de tubería.** Tratamiento de las corrientes residuales, aguas abajo del proceso productivo que las ha generado, normalmente dentro del mismo establecimiento industrial donde tiene lugar el proceso, con el objetivo de condicionarlas para su vertido.

**Valorización.** Procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.

# 1

## Introducción

---

El presente manual pretende ofrecer una guía práctica para la realización del **Diagnóstico ambiental de oportunidades de minimización (DAOM)**. El interés por elaborar este manual responde a las necesidades con que muchas empresas se encuentran a la hora de incorporar criterios y decisiones de gestión ambiental y prevención en origen de la contaminación, así como a la intención de proveer de instrumentos a las consultoras para que tengan al alcance una determinada metodología de trabajo y una guía para realizar el DAOM.

Los DAOM posibilitan evaluar una actividad empresarial para determinar las posibles oportunidades de prevención de la contaminación de la instalación diagnosticada que permitan conseguir una mejora de la competitividad y de las relaciones medioambientales entre las empresas y su entorno.

La obra está dirigida, principalmente, a los profesionales que desarrollan sus actividades en el sector del medio ambiente y que se proponen realizar diagnósticos ambientales en las empresas desde la perspectiva de la **Producción + limpia**, es decir, dando prioridad a la prevención y reducción en origen de la contaminación, y se ha gestado a partir de la experiencia acumulada por el Centro de Iniciativas para la Producción Limpia (CIPL) desde que en el año 1996 se empezaron a realizar DAOM en las empresas.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> Para la redacción de esta obra se ha partido de un estudio encargado a la empresa AUMA, Consultores en Medio Ambiente y Energía, SL, que sintetiza la metodología empleada, pero la redacción y revisión final la ha llevado a cabo el equipo técnico del CIPL: Marina Centelles, Belén Gállego, Iñaki Gili, Raül Luna, Esther Monfá, Beatriz Parrilla, Rosa M.<sup>a</sup> Sánchez y Olga Villacañas.

# 2

## La producción más limpia

---

La producción más limpia<sup>14</sup> es una opción de gestión ambiental en la empresa que incluye la prevención de la contaminación en origen y la minimización de las corrientes residuales,<sup>15</sup> que son opciones que pretenden evitar la generación de contaminación como estrategia preferible al tratamiento finalista. La producción más limpia sigue esta estrategia y la aplica a los procesos y a los productos.

En cuanto a los procesos, la producción más limpia incluye la conservación de las materias primas, el agua y la energía, la eliminación o reducción de las materias primas tóxicas o de la cantidad y la toxicidad de las corrientes residuales superfluas.<sup>16</sup>

En lo que respecta a los productos, la estrategia tiene por objeto reducir todos los impactos durante el ciclo de vida del producto, desde la extracción de las materias primas hasta el residuo final.

### 2.1. De los tratamientos a final de línea a la producción más limpia

La antinomia que provoca la limitada disponibilidad de recursos y la necesidad de crecimiento y progreso de nuestra sociedad (a la cual responden de forma decisiva las actividades industriales que la proveen de bienes y servicios) obliga a un replanteamiento de los procesos y mecanismos de gestión a la empresa. Las actividades industriales acompañan con demasiada frecuencia la provisión de bienes y servicios con una generación no deseada de materiales de rechazo e impactos sobre el medio, en unas cantidades y con una peligrosidad generalmente desconocidas por las empresas.

Desde un punto de vista histórico, se pueden diferenciar tres etapas que caracterizan la actitud y las responsabilidades de la industria en relación con el medio ambiente.

---

<sup>14</sup> El término *producción limpia* ha sido utilizado de forma maximalista como un estadio final idealizado. Nosotros preferimos el término *producción más limpia*, traducido del término inglés *Cleaner Production*, porque con éste se ejemplifica una característica más dinámica, que señala un movimiento tendencial de las empresas.

<sup>15</sup> Inicialmente, en Cataluña, la minimización se orientó muy particularmente hacia la reducción del volumen y la toxicidad de los residuos más peligrosos, pero el concepto se amplió posteriormente hacia todas las corrientes residuales.

<sup>16</sup> Corrientes residuales que se muestra de manera realista que se pueden evitar, o que se pueden reintroducir en el proceso productivo.

1. En primer lugar, se dio un largo período de producción industrial que permaneció al margen de cualquier consideración medioambiental. Este contexto cambió al surgir nuevas inquietudes respecto a la protección del medio ambiente, ya que se empezó a tomar conciencia de la limitación de los recursos del planeta y de los efectos derivados de los impactos producidos por las actividades industriales, entre otros, sobre el medio y la calidad de vida de las personas. Al mismo tiempo, también surgió una legislación ambiental<sup>17</sup> asociada a estas nuevas inquietudes, y ello dio lugar a un nuevo escenario donde la empresa debe responder a las nuevas exigencias y considerar el antiguo sistema de producción, que no incorporaba criterios ambientales, como pretérito y obsoleto.

2. En respuesta a las nuevas demandas de protección del medio ambiente, y a la incipiente legislación ambiental, las empresas empezaron a prever la internalización de los costes ambientales ocasionados por su actividad industrial, iniciando una gestión ambiental con criterios correctores dirigida al tratamiento a final de línea de las corrientes residuales.<sup>18</sup> Los primeros pasos se orientaron hacia la construcción de numerosos equipamientos e instalaciones (plantas depuradoras, instalaciones de incineración, inertización o de vertido de residuos, etc.), con sistemas de tratamiento de residuos y emisiones industriales que, a menudo, favorecen el traspaso de contaminantes de un medio físico a otro y, por tanto, no son tan efectivos desde el punto de vista de la reducción integral de la contaminación. Estas medidas suponen gastos económicos, no “aportan valor”, solamente actúan una vez se ha generado la contaminación, y se deben practicar de forma reiterada porque no solucionan el origen de la contaminación.

3. Hoy se está encauzando un camino que ha de provocar un verdadero cambio en la forma de abordar y gestionar la problemática de la contaminación y la generación y el tratamiento de las corrientes residuales a las empresas, que puede ir más allá del carácter prescriptivo de la legislación al ofrecer nuevas oportunidades de optimización y ahorro a las empresas. Aunque, evidentemente, no hemos de considerar como superadas, innecesarias o caducadas las instalaciones estrictamente correctoras, que son complementarias, las tendencias se orientan a la producción más limpia, ya que económica y ambientalmente prevenir es una hipótesis de trabajo y la primera opción que hay que estudiar, opción menos costosa que corregir.

Este orden de prioridades en la aproximación a la gestión ambiental en las empresas deberá seguir la secuencia que muestra la figura siguiente. (*Figura 1*)

---

<sup>17</sup> De acuerdo con la publicación de la United States Environmental Protection Agency *Waste Minimization. Environmental Quality with Economic Benefits* (April 1990. EPA / 530 - S W-90-044), no fue hasta bien entrada la década de los setenta que se empezaron a identificar las problemáticas asociadas a los residuos tóxicos y peligrosos (nombre que puede recibir otras denominaciones en función de lo que establezca la legislación local), al mismo tiempo que de forma paralela la Resource Conservation and Recovery Act empezó a desarrollar una extensa legislación dedicada al tema. En relación con este punto, en los EUA se desarrolló el *Toxic Release Inventory*, inventarios de emisiones de más de trescientas sustancias tóxicas sujetas a control.

<sup>18</sup> Traducción del inglés *end-of-pipe (eop)*, y sinónimo del término *tratamiento a final de tubería*.

Justo es decir que, aunque las nuevas tendencias hacia la producción más limpia ya están bastante arraigadas como idea, aún hay empresas que tienen que superar una situación de partida y una serie de obstáculos básicos porque, en general, sus imperativos guardan más relación con los conceptos clásicos de la competitividad y la productividad, el nivel de ventas, etc., que con la minimización de los impactos y las corrientes residuales que generan. Los obstáculos a la hora de acometer programas y de implantar políticas de producción más limpia en las empresas se podrían expresar sintéticamente de la manera siguiente:

I. La gestión del medio ambiente se considera una carga económica y no una oportunidad de optimizar procesos y disminuir costes.

II. Muchas empresas no disponen de una información organizada y estructurada sobre su situación ambiental, tanto desde el punto de vista interno como externo.

III. Los sistemas establecidos, la tradición, las rutinas, el trabajo cotidiano y los imperativos de producción hacen que muchas empresas tengan poca información sobre las estrategias de prevención y reducción de la contaminación en origen, las tecnologías y las técnicas que las hacen posibles y las ventajas competitivas que generan.

IV. Aún son pocas las empresas que disponen, en su organización, de profesionales especializados para abordar las cuestiones ambientales generadas por sus procesos productivos y organizativos.

V. Casi siempre se tiende a considerar, como objetivo principal, alcanzar los umbrales de emisión o de vertido establecidos en la legislación y no ir más allá, que es donde se puede hallar el auténtico beneficio marginal de la gestión ambiental.

VI. Para muchos expertos y consultores ambientales, resulta más fácil recurrir a soluciones correctoras a final de línea que acometer acciones de prevención y reducción de la contaminación en origen, que impliquen adentrarse en los procesos productivos.

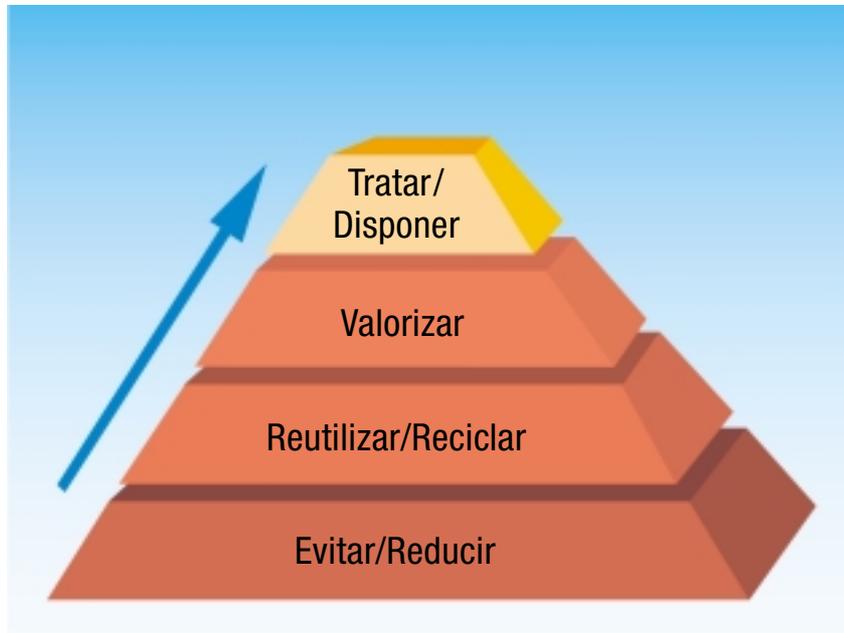
VII. Los costes integrales de la gestión ambiental (recuperación, almacenamiento, transporte, disposición, tasas,...) son generalmente desconocidos e incorrectamente asignados al producto a modo de gasto general.

La producción más limpia presenta una serie de ventajas ante los tratamientos a final de línea de la contaminación, y es por ello que, como estrategia de gestión ambiental en la empresa, es preferible, aunque no nos podemos olvidar de que los tratamientos de final de línea, de ámbito corrector, son complementarios.

## **La P+L como estrategia integral de gestión**

La producción más limpia es una estrategia de gestión empresarial que va más allá de objetivos concretos que puedan surgir puntualmente, y se traduce en una política que tiene en cuenta todo el proceso productivo en la empresa. Los tratamientos finalistas, en cambio, no tienen en cuenta todo el proceso productivo, y solamente se dedican a tratar efectos concretos sin afrontar su origen, y adoptan una postura a remolque de las problemáticas que vayan surgiendo.

**Figura 1**  
**PRIORIDADES DE LA POLÍTICA AMBIENTAL**



### **La P+L como fuente de oportunidades**

La producción más limpia optimiza los procesos que tienen lugar en la empresa, potencia la adaptación a las nuevas tendencias de cara a la eficiencia de los procesos, y posibilita el crecimiento y la competitividad de la empresa al mejorar sus condiciones de funcionamiento. Los tratamientos a final de línea, bien al contrario, no ofrecen nuevas oportunidades a la empresa, ya que responden solamente a la mitigación de las corrientes residuales que se generan. Podríamos decir que la producción más limpia potencia el *software*, y hace posible un análisis, unas oportunidades y un modo de funcionamiento más eficiente en la empresa, y el tratamiento a final de línea solamente se basa en el *hardware*, en la inversión en equipamientos e instalaciones, en tratamientos externos o, lo que es lo mismo, en actuaciones sin valor añadido.

### **La P+L como estrategia adaptable**

Al estar incorporada como estrategia en el proceso productivo, la producción más limpia responde automáticamente a las variaciones que se puedan producir en este proceso (aumento de la productividad, incremento en el uso de determinadas materias, etc.), y se puede aplicar a un pro-

ceso concreto o en todos los procesos dentro de la empresa, a diferentes etapas de un proceso, o se puede iniciar por fases, respondiendo a las necesidades y posibilidades de la empresa.

El tratamiento a final de línea es menos adaptable, ya que solamente se concibe como fase suplementaria del proceso de producción y, por tanto, no puede responder tan fácilmente a los cambios que se producen en este proceso.

## La P+L y los beneficios económicos

Al aplicar medidas viables de producción más limpia, se ahorran costes de tratamiento de las corrientes residuales, y al fomentar medidas más eficientes, también se ahorra en el consumo de agua, energía, materias primas, etc. A la vez, la optimización de los procesos productivos a los que da lugar la producción más limpia puede permitir un aumento de la productividad de la empresa ya que, por ejemplo, se puede dar un<sup>19</sup> ahorro de tiempos susceptible de invertirse en el mismo proceso, o con una tecnología más limpia se puede aumentar al mismo tiempo la producción. El tratamiento a final de línea no prevé un ahorro de costes para la empresa, sino que, por el contrario, **supone un coste añadido, constante y creciente, tanto por el aumento de producción que pueda tener la empresa como por las nuevas reglamentaciones que puedan surgir.**

## La P+L y los beneficios ambientales

Al prevenir la generación de contaminación y el uso más eficiente de los recursos, la producción más limpia es una opción más positiva para el medio ambiente. El tratamiento a final de línea también es una opción que reduce la presión contaminante sobre el medio receptor, aunque actúa después de que ésta se haya generado y no favorece el uso más eficiente del agua, la energía, las materias primas, etc.

## La P+L como política integral de participación

La producción más limpia es una política integral que mejora y optimiza la estructura del trabajo y el nivel técnico de la empresa. Al mismo tiempo, es una estrategia que adopta todo el personal de la empresa, desde el operario a pie de máquina hasta el directivo de la empresa, con un proceso de aprendizaje y concienciación previos y que se refleja en unas mejores prácticas ambientales y productivas. El tratamiento a final de línea incluye una actuación consciente del directivo que propone la medida, y del técnico que la implanta, pero no fomenta una actuación responsable que incluya la participación y los beneficios derivados de todo el personal.

---

<sup>19</sup> La combinación de un uso de los recursos más eficientes con un incremento añadido de la productividad recibe el nombre de eco-eficiencia.

## La P+L y la imagen de la empresa

Toda estrategia que incorpora criterios ambientales favorece la imagen de la empresa. La producción más limpia y el tratamiento de las corrientes residuales cumplen este requisito, pero las tendencias actuales ponen de manifiesto que prevenir es mejor que corregir, tanto desde el punto de vista ambiental como económico y, por tanto, la prevención de la contaminación es la mejor imagen para la empresa.

El esquema que se muestra a continuación expone claramente las actuaciones que hay que llevar a cabo con el objetivo de promover la producción más limpia en la empresa. (Figura 2)

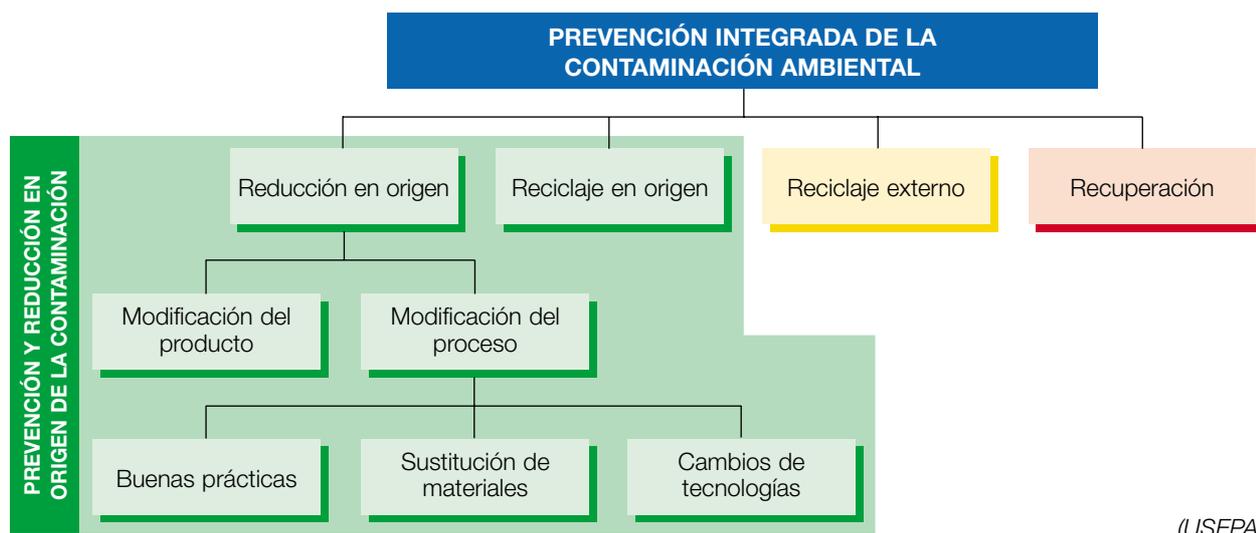
Una vez asumidas, como principio, las ventajas que la prevención en origen de la contaminación puede aportar a los procesos productivos, hay que pasar de la teoría a la práctica. ¿Cómo se pueden detectar en cada caso concreto las oportunidades de reducción en origen de la contaminación?

Y, lo que resulta fundamental para las empresas, ¿cómo se ha de decidir qué opciones (de prevención o tratamiento) resultan más viables y recomendables?

Es evidente que no se puede gestionar correctamente lo que se desconoce y/o está insuficientemente identificado o medido; en definitiva, diagnosticado.

Se precisa, pues, una herramienta de diagnóstico que permita a las empresas decidir las opciones y el grado de intensidad de cada una de ellas en el momento de diseñar su política ambiental. El DAOM es una de estas herramientas.

**Figura 2**  
**PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN EN ORIGEN DE LA CONTAMINACIÓN**



(USEPA)

# 3

## El DAOM: definición, características y ventajas

---

Un DAOM es la evaluación de una actividad industrial para detectar posibles oportunidades de prevención y reducción en origen de la contaminación, y para proporcionar a la empresa datos suficientes que le permitan orientar su política hacia prácticas y tecnologías más limpias y que sean técnicamente y económicamente viables.

Un DAOM es una herramienta a disposición de las empresas que representa un gasto económico reducido y unos tiempos medios de realización de 4 semanas, en el caso de empresas pequeñas, y de 15 semanas, en el caso de una empresa más grande.<sup>20</sup>

Un DAOM es una evaluación llevada a cabo por expertos conocedores de la actividad industrial en cuestión y de sus interrelaciones con el medio ambiente. El objetivo consiste en proporcionar a la empresa un documento con suficiente información técnica y económica sobre las oportunidades existentes, para que pueda valorar la conveniencia de acometer actuaciones de prevención y reducción de la contaminación en origen.

Un DAOM puede diagnosticar un establecimiento industrial en su totalidad o solamente una parte (una nave determinada, una línea de proceso concreta, etc.).

Debería quedar claro que un DAOM **no es una auditoría ambiental**, ya que sus objetivos finales son muy distintos. Si bien el DAOM analiza específicamente los procesos productivos y las corrientes residuales, a fin de identificar las oportunidades de mejora ambiental vinculadas a los procesos, la auditoría ambiental realiza un estudio más generalista para detectar el grado de cumplimiento de la legislación, cuestión que no es objeto de los DAOM. En definitiva, el DAOM es una herramienta ágil, de metodología definida y con objetivos concretos, que proporciona un documento comprensible a la empresa, como elemento de decisión empresarial, de cara a la planificación de acciones preventivas de la contaminación.

Sus características son:

- Agilidad en su realización.
- Un gasto económico reducido.

---

<sup>20</sup> Obviamente, los plazos pueden variar en función del equipo, la dedicación, el nivel de registros documentales, la situación de las instalaciones y la propia colaboración por parte de la empresa.

- Recopilación y elaboración de información ambiental relevante.
- Análisis crítico de los procesos e identificación de las oportunidades.
- Elaboración y recopilación de alternativas concretas.
- Estimación de la mejora ambiental alcanzable, de los costes y ahorros asociados y de las viabilidades técnica y económica<sup>21</sup> de las alternativas frente a la situación presente o de opciones *eop*.

### 3.1. A quién le interesa un DAOM

Si bien podríamos generalizar como respuesta que “un DAOM interesa a todas las empresas industriales”, por la decisión estratégica que representa, sería preciso acotar un poco más y afirmar que un DAOM es particularmente interesante para los grupos siguientes:

- Empresas que, a causa de sus procesos industriales, generan importantes corrientes residuales o manipulan un volumen importante de materias primas.
- Empresas productoras de residuos especiales (tóxicos y/o peligrosos),<sup>22</sup> prescindiendo del volumen que generen.
- Empresas que desconocen sus corrientes residuales: focos de generación, cantidades másicas y volumétricas implicadas, el destino final, o los costes sobre el producto final de sus corrientes residuales.

De hecho, podríamos establecer una especie de regla de proporcionalidad, que insista en el hecho de que un DAOM puede resultar especialmente adecuado para cualquier empresa, cuyas corrientes residuales se puedan definir por alguno de los conceptos siguientes: **desconocimiento, cantidad, peligrosidad, o costes desconocidos.** (Figura 3)

Asimismo, los DAOM se han mostrado muy útiles en el caso de empresas que tienen necesidad de alguna regularización administrativa. Generalmente, los técnicos de las administraciones actuantes (ayuntamientos, organismos responsables de residuos y aguas residuales, etc.) tienen una percepción muy positiva de los DAOM, y consideran muy favorablemente su realización, porque ello representa que la empresa asume la política de prevención y reducción de la contaminación en origen.

---

<sup>21</sup> Véase el anexo 2: análisis de las viabilidades técnica y económica.

<sup>22</sup> A modo de ejemplo, en España el RD 952/1997, de 20 de junio, dispone que los productores de residuos tóxicos y/o peligrosos, en el plazo de cuatro años desde la entrada en vigor de este Real Decreto, y con la misma periodicidad, deben elaborar y remitir a la Comunidad Autónoma correspondiente un estudio de minimización de estos residuos por unidad producida, y comprometerse a reducir su producción en la medida de sus posibilidades.

**Figura 3**

**¿A QUIÉN LE PUEDE INTERESAR UN DAOM?**



**¿Qué se tiene que pedir a la empresa antes de iniciar un DAOM?**

La realización de un DAOM dentro de un establecimiento industrial pone en tela de juicio las rutinas procedimentales y tecnológicas. De ahí que sea necesaria una actitud positiva y colaboradora para permitir un desarrollo adecuado, del cual la empresa será la más beneficiada. Esta actitud se resume en los aspectos siguientes:

1. Tener una buena predisposición y que exista un acuerdo total por parte de la dirección de la empresa. Ello quiere decir que la realización de este DAOM esté integrada dentro de la política estratégica de la empresa.
2. Destinar a una persona con conocimientos y responsabilidad suficientes para que actúe como interlocutor y responsable interno para ayudar y realizar el seguimiento del DAOM, y que, de este modo, facilite la tarea del consultor y mejore los resultados del diagnóstico, fruto del efecto sinérgico que se deriva de él.
3. Presentar al personal de la empresa los objetivos que se persiguen con la realización del DAOM, así como la persona que lo realizará. El objetivo de esta actuación es evitar la sensación, siempre equivocada, que puede tener el personal de planta de ser examinados y que serán señalados como los responsables de las ineficiencias económicas y ambientales que se están dando en el proceso productivo.
4. Estar dispuesto a establecer una firme colaboración con el experto que lo lleve a cabo, proporcionarle la documentación y los datos adecuados y actuar sin reticencias porque una persona ajena a la empresa proceda a su análisis.

### 3.2. Ventajas económicas y estratégicas derivadas de la realización de un DAOM

*Las orientaciones de política estratégica que puede adoptar una empresa son diversas (crecimiento, calidad, innovación, satisfacción del cliente, etc.), pero como las empresas que integran la variable ambiental dentro de su política estratégica son las que estarán mejor preparadas para el futuro, en el momento de tomar decisiones de inversión no solamente se deben tener en cuenta estas consideraciones, generalmente medidas por su rentabilidad económica, sino también el impacto ambiental generado por la actividad. Por ello, para cada decisión se debe ponderar tanto el beneficio ambiental como el beneficio económico.*

Para las empresas, la realización de un DAOM representa un primer hito para poner en marcha un programa de prevención y reducción en origen de la contaminación, y ésta es una decisión estratégica, que supone asimilar una política ambiental proactiva, es decir, desarrollar su actividad respetando el medio ambiente, y aprovechando a la vez toda una serie de ventajas que se deriven del mismo.

Esta estrategia empresarial incorpora un factor dinámico de cambio, de mejora continua, que, de esta manera, supera la fragilidad de la visión estática de las políticas ambientales basadas en los tratamientos a final de tubería.

De esta minimización de las corrientes residuales, es la empresa la que puede salir más directamente beneficiada, y pensamos que es el momento de entender, de manera definitiva, que el respeto al medio ambiente no representa necesariamente un coste añadido para el empresario.

El objetivo final del DAOM es proponer a la empresa oportunidades de **reducción del impacto ambiental de su actividad**, que sean técnica y económicamente viables y, como se expone en el transcurso del manual, hallaremos ejemplos de reducción importante de la carga ambiental de la actividad, con períodos de retorno de la inversión inmediatos (caso habitual en la implantación de buenas prácticas) o con plazos comparables a la mejor decisión comercial.

Estos datos económicos, que todavía sorprenden más de un empresario, son consecuencia de la disminución de costes que genera el nuevo proceso productivo respecto al actual, como es, entre otros, el caso de los costes de tratamiento o disposición final, de los materiales de entrada, de los servicios públicos, de seguros, o de la no-calidad del producto.

La realización de un DAOM y el conocimiento, de manera objetiva, de las oportunidades de mejora del proceso productivo es a veces el impulso definitivo para que el empresario implante una nueva tecnología, y pueda aumentar de este modo su productividad.

De forma paralela, la empresa también se beneficia de una serie de ventajas que son difíciles de valorar, pero no por ello menos importantes. Son lo que denominamos beneficios intangibles, como la potenciación de la imagen corporativa de la empresa, lo que mejora la política de comunicación y las relaciones con la Administración, con los proveedores, clientes y vecinos; la mejora de la calidad del producto y la posibilidad de introducirse en nuevos mercados; el incremento de la satisfacción del personal y el aumento de su formación; la disminución del riesgo de accidentes y de sanciones; la anticipación a los nuevos escenarios que se produci-

rán, ganando competitividad respecto al resto del sector y adaptándose con facilidad a los cambios normativos y a las exigencias legales, etc.

En un ámbito internacional, es importante reconocer que la mayoría de los países están apostando claramente por la prevención y la reducción de la contaminación en origen como primera opción y no por los tratamientos al final de los procesos. Por ello, y para no quedarse atrás o nadar contracorriente, será preciso incorporar a modo de decisión estratégica de nuestras empresas esta priorización, que sin duda puede tener su punto de partida en un DAOM.

### 3.3. ¿Quién tiene que ejecutar el DAOM?

Los DAOM han sido concebidos para que los realicen expertos conocedores de las actividades industriales y de los procesos que se han de analizar, de las nuevas tecnologías y de las alternativas existentes; pero que al mismo tiempo tengan en cuenta los aspectos ambientales y estén familiarizados con las características y los parámetros de las corrientes residuales que se proponen minimizar.

Esta concepción, alejada de otras aproximaciones (como toda la serie de *autoevaluaciones* existentes), se justifica por una serie de razones entre las cuales cabe mencionar las siguientes:

1. El diagnóstico evidencia una serie de disfunciones que muchas veces son producto de prácticas o actuaciones rutinarias. En una estructura organizativa, no es fácil poner internamente en evidencia estas disfunciones sin que sean percibidas como una crítica personal por el responsable del departamento, sección o unidad donde se identifiquen.
2. El objetivo del DAOM (a diferencia de otros instrumentos que se focalizan en el grado de cumplimiento de una determinada reglamentación) consiste en proponer un abanico de alternativas. Esto significa estar al día sobre el estado de la tecnología más adecuada en cada caso. Un verdadero experto tiene la posibilidad de acumular estos conocimientos con más facilidad que la mayoría de empresas, y en especial que las PYMES.
3. Muchas veces, las soluciones o propuestas pueden provenir de otras soluciones aplicadas en sectores teóricamente alejados del de la empresa que se diagnostica. Este hecho reafirmaría lo expuesto en el punto anterior.
4. En muchas ocasiones, y en especial en las PYMES, no se dispone ni del tiempo necesario ni de la metodología para llevar a cabo un diagnóstico en el sentido que se expone en esta obra.

Ello no quita que la preparación del equipo externo, con la necesaria coordinación y experiencia, deba ser complementada con el apoyo o la colaboración de los responsables internos que hayan sido asignados por parte de la empresa, porque son las personas con los conocimientos específicos del proceso. Garantizar el buen entendimiento entre ellos será clave para el buen desarrollo del diagnóstico, y para que el resultado de éste sea más práctico.

Quien realice el DAOM también tendrá que buscar, conocer y obtener información de los trabajadores de almacén y de los operarios de producción o mantenimiento, que son quienes tienen la información y los conocimientos que sin duda pueden ser valiosos desde el punto de vista ambiental.

Se tiene que entender bien, para que la realización de un DAOM tenga éxito, que es necesario establecer una relación viva entre:

- I. La empresa receptora del DAOM.
- II. El equipo de consultoría que lo tiene que realizar.<sup>23</sup>

## La elección del experto

Lamentablemente, se puede afirmar que “con el medio ambiente todo el mundo se atreve”, y la pequeña historia de la relación empresa-medio ambiente está llena de episodios en los que la empresa ha confiado su problemática ambiental a quienes no estaban en condiciones de entenderla y, menos aún, de resolverla,<sup>24</sup> con unos resultados tan deplorables como ineficaces.

Cuando hablamos de diagnosticar, resulta indispensable, obviamente, que el consultor esté familiarizado y conozca la metodología de los DAOM y su sistemática de trabajo, así como el sector de la empresa, sus equipos y sus procesos industriales.<sup>25</sup>

Cuando la reducción en origen de la contaminación forma parte de la política ambiental y de las prioridades de una administración ambiental, es recomendable que la realización de este tipo de acción de carácter voluntario como es el DAOM tenga el apoyo de la creación de una **base de datos de expertos**, en la cual se recopile información que ayude a las empresas a escoger con el margen de error más reducido posible.<sup>26</sup>

---

<sup>23</sup> En el caso de que, como en Cataluña, la Administración ambiental colabore en la realización del DAOM, su tarea consistiría en supervisar el diagnóstico, realizando el seguimiento de la metodología y de la calidad del informe final.

<sup>24</sup> Dentro de estos episodios cabría incluir algunos protagonizados por proveedores de tecnologías “milagrosas” o “todo terreno”.

<sup>25</sup> Se han detectado casos en que este tipo de diagnóstico se realiza por estudiantes o titulados sin la experiencia necesaria y con la consiguiente pobreza de resultados. Ésta es una práctica insana contra la cual se deben poner los medios necesarios para evitarla.

<sup>26</sup> Algunas administraciones ambientales o, incluso, instituciones semipúblicas o privadas han optado por ofrecer y realizar directamente estos servicios de diagnóstico a las empresas. Esta opción, que podría ser válida en una sociedad donde podría darse una falta de técnicos conocedores de esta aproximación a la gestión ambiental, no se justifica cuando existe un buen nivel en la oferta medioambiental. Estas actuaciones, llevadas a cabo directamente desde las administraciones o determinadas instituciones, pueden rozar la competencia desleal, realizada desde posiciones privilegiadas. Otra cosa es establecer sistemas que garanticen, dentro de lo posible, la correcta elección del experto por parte de la empresa y la calidad del trabajo que se presenta como resultado.

Estamos convencidos de la bondad del modelo utilizado en Cataluña. El ejemplo de algunas iniciativas aparentemente similares pero financiadas por un grupo o “club” de consultores o, incluso, de proveedores de tecnología, no hacen más que maquillar una práctica *lobbyista* y convertir a las empresas que acuden a un presunto organismo neutral en clientes cautivos.

Esta base de conocimiento,<sup>27</sup> que es preciso que sea periódicamente actualizada, tiene que incluir información contrastada sobre:

- los sectores en los cuales cada experto ha desarrollado su actividad profesional;
- los diferentes trabajos realizados en temas de prevención y reducción en origen de la contaminación;
- los resultados de minimización alcanzados en las distintas empresas;
- el grado de conocimientos sobre el sector o proceso que se ha de diagnosticar.

---

<sup>27</sup> En Cataluña, el Centro de Iniciativas para la Producción Limpia mantiene activa, desde el año 1995, una base de datos de expertos y proveedores de bienes y servicios medioambientales, a la cual se pueden añadir, de forma voluntaria, todas aquellas empresas que cumplimenten debidamente un formulario en el cual han de facilitar información sobre los recursos de la empresa (humanos, logísticos, económicos, etc.) y sobre los estudios y trabajos más relevantes realizados relacionados con la prevención de la contaminación. Este catálogo, que no es ningún tipo de homologación, quiere ayudar a las empresas que se quieran diagnosticar, y también al propio Centro en el momento de proponer a la empresa las consultoras que considera más adecuadas para realizar el DAOM.

# 4

## Ejecución del DAOM

---

Una vez definidos el marco y los conceptos básicos necesarios, debemos entrar de lleno en la estructura y metodología empleada para la realización del DAOM.

Sin embargo, antes de entrar en materia es necesario repetir una serie de puntos que el experto encargado de elaborar el DAOM nunca puede perder de vista:

### **El DAOM no es una auditoría ambiental:**

Se tiene que evitar, en el transcurso del diagnóstico, utilizar una estrategia errónea —frecuentemente empleada por algunos expertos— que consiste en explicar de manera reiterada los problemas, las amenazas y las consecuencias inherentes al incumplimiento de la legislación.

Ha de quedar claro que el objetivo principal consiste en identificar las alternativas de prevención y reducción en origen de la contaminación y conseguir para la empresa una mejora de su gestión ambiental mediante la prevención de la contaminación.

### **El DAOM tiene que ser un instrumento ágil:**

Este segundo aspecto se refiere exclusivamente a los equipos de expertos. Deberá evitarse la distribución de cuestionarios o de *check-lists* exageradamente largos, o desproporcionados en sus contenidos, para centrarse en los objetivos del estudio.

### **El DAOM no es un proyecto de detalle:**

Esto no significa que haya de ser generalista. Al contrario, tiene que estudiar procesos y subprocesos concretos y proporcionar información tanto técnica como económicamente suficiente para que la empresa pueda encargar después un proyecto de detalle sobre las alternativas escogidas.

### **El DAOM lo elabora el experto:**

El trabajo material de cumplimentar el cuestionario deberá realizarlo el consultor.

Aunque se han elaborado diversos manuales de autodiagnóstico para las empresas, la experiencia nos muestra que se utilizan poco, bien sea porque chocan con problemas de organización y estructura, o bien porque las tareas del día a día marcan otras prioridades. Asimismo, es posible que se precise el *distanciamiento* de un experto que no tenga dependencias jerárquicas o funcionales para aprovechar el efecto sinérgico empresa-experto.

## 4.1. Como se puede proceder en la realización de un DAOM

TRABAJO DE LA CONSULTORÍA	
1. Visita y reuniones iniciales	6. Tratamiento de la información
2. Definición de las líneas directrices básicas	7. Evaluación de las oportunidades detectadas
3. Presentación de la propuesta de trabajo	8. Estudio de las opciones concretas
4. Contratación del DAOM	9. Elaboración y presentación del documento final
5. Visitas de trabajo: Entrevistas al personal, hojas de trabajo, check-lists	

### 4.1.1. *Visita y reunión iniciales*

Antes de empezar el diagnóstico, es necesario que el experto haya visitado la empresa y haya realizado una primera toma de contacto. De este modo, se podrán definir nítidamente los objetivos y el alcance del trabajo.

### 4.1.2. *Definición de las líneas directrices básicas*

La primera fase de planificación de un DAOM requiere como mínimo tener bien definidos los aspectos siguientes:

- El alcance del estudio
- Las áreas y los procesos significativos
- Las cuestiones clave sobre las cuales hay que centrarse
- Los aspectos que se pueden excluir
- La lista de personas que se tendrán que entrevistar y su cargo
- El método de recogida de datos (internos y externos)

### 4.1.3. *Presentación de la propuesta de trabajo*

Se tiene que explicar y concretar con la empresa:

- Los resultados esperados
- El programa de ejecución
- El grado de participación que se espera de la empresa
- El presupuesto, con indicación clara de los aspectos no comprendidos en el DAOM (legalización de instalaciones, analíticas, etc.)

También es importante comunicar a todo el personal afectado las finalidades y el programa de ejecución previsto.

#### 4.1.4. Contratación del DAOM

Una vez la empresa haya aceptado formalmente la propuesta del servicio se pondrá en marcha la ejecución del DAOM.

#### 4.1.5. Visitas de trabajo

El objetivo de estas visitas es recoger la información de la empresa, que normalmente es dispersa, poco evaluada o desconocida por la propia empresa.

El número de visitas que se deben realizar varía según el tamaño o complejidad de la empresa, pero se puede decir que entre dos y cuatro visitas son suficientes.

Consiste en una revisión de los procesos, de los equipos y las instalaciones, así como de los procedimientos de trabajo. Las herramientas de trabajo consisten en:

- **Entrevistas al personal:** se realizarán en todos los ámbitos (encargados, operarios, etc.) y en todos los turnos de trabajo, ya que el procedimiento de trabajo puede variar mucho de una persona a otra, sobre todo cuando no está escrito. A veces, con estas entrevistas se pueden recoger ideas de mejora de los propios empleados.
- **Recogida de datos:** para que sea más fácil realizar un seguimiento ordenado y estructurado de la actividad industrial de la que se debe realizar un diagnóstico, es preciso que el experto, antes de la visita, prepare su sistema de obtención de datos para poder iniciar el DAOM, teniendo en cuenta que se tendrán que obtener como mínimo los que figuran a continuación.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA
Nombre de la empresa
Dirección o sede social
Teléfono, fax, e-mail
Líneas de producción
Actividad principal
Sector
Número total de trabajadores
Volumen de negocio
Tipo de empresa (pequeña, mediana, grande)
Política medioambiental de la empresa, programas, recursos que se destinan

## DESCRIPCIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL

Dirección del establecimiento
Teléfono, fax, e-mail
Número de trabajadores
Productos fabricados y cantidades
Descripción de los procesos de fabricación
Descripción breve de otras áreas de interés (almacén, servicios, etc.)
Principales materias primas y productos auxiliares (cantidades consumidas)

Para cada una de las materias primas utilizadas en cada proceso:

## INFORMACIÓN DEL PROCESO: MATERIAS PRIMAS Y AUXILIARES

Nombre de la materia prima o auxiliar
Origen/suministrador
Consumo anual
Consumo por unidad producida
Precio de compra
Coste total anual
Componentes o propiedades significativas para el medio ambiente <sup>1</sup>
Modo de suministro <sup>2</sup>
Modo de almacenamiento <sup>3</sup>
Modo de transferencia <sup>4</sup>
Fecha de caducidad
Posibilidad de retorno al proveedor de los envases vacíos
Posibilidad de retorno al proveedor del material caducado

<sup>1</sup> Metales pesados, disolventes, toxicidad, volatilidad, residuo especial, etc.

<sup>2</sup> Cañería, camión cisterna, sacos, bidones, etc.

<sup>3</sup> Depósitos, palets, tanques exteriores, tanques enterrados, silo, etc.

<sup>4</sup> Bomba, gravedad, transporte neumático, cinta transportadora, etc.

Para cada producto fabricado:

INFORMACIÓN DEL PROCESO: PRODUCTO FINAL
Nombre del producto fabricado
Tipología o familia del producto
Producción anual
Precio medio de venta
Componentes significativos para el medio ambiente
Modo de almacenamiento
Tipo de envase para su distribución
% de producto fuera de especificaciones
% de producto fuera de especificaciones que se reprocesa
% de producto devuelto por el cliente
Posibilidades de reciclaje del producto postconsumo
Retorno de envases por parte del cliente

Para cada corriente residual:

Identificación de la corriente
Origen/Causa
Cantidad anual generada
Componentes o propiedades significativas para el medio ambiente
¿Se han realizado actuaciones para la reducción o el reciclaje en origen?
Tipo de gestión o tratamiento
Coste del tratamiento interno
Coste de la gestión externa

Obviamente, con estos datos el experto no tendrá suficiente para poder definir los procesos y subprocesos. Con la presentación de estos datos se ha querido solamente orientar al experto para que siga añadiendo puntos a estudiar. Además, sería imposible presentar en este manual una lista idónea para todas las empresas, ya que cada una de ellas es completamente diferente a las otras, incluso dentro del propio sector. Por tanto, es preciso que el experto amplíe hasta el grado de desarrollo necesario sus notas de trabajo.<sup>28</sup>

---

<sup>28</sup> En Cataluña, el CIPL pide a los expertos que todas las notas de trabajo generadas durante las visitas al establecimiento industrial se adjunten al informe final.

Resulta muy conveniente que durante las visitas el experto elabore sus diagramas de proceso, ya que le serán de gran ayuda a la hora de realizar un estudio esquematizado.

Desde el punto de vista del experto, se pueden emplear diversas metodologías en la recogida de datos. Así, en algunos casos se puede establecer una metodología centrada en los vectores ambientales (aguas, emisiones atmosféricas,...), mientras que en otros casos se puede enfocar en los procesos mismos. La elección de la metodología más adecuada se realiza en función de la complejidad de los procesos o de las características de la empresa, si bien desde nuestra perspectiva es mejor orientarlo desde el punto de vista de los procesos realmente existentes.

Se puede comprobar, por lo tanto, que con respecto a la metodología, en sus primeras fases, el procedimiento de realización de un DAOM no difiere demasiado del proceso que hay que seguir en una auditoría ambiental convencional. Desde el punto de vista del equipo de expertos, de lo que se trata es, una vez determinado el equipo de trabajo y efectuadas las reuniones de coordinación previas para analizar las directrices básicas de actuación, de actuar de manera pautada, según una metodología estructurada.

#### **4.1.6. Tratamiento de la información**

Seguidamente, se efectúa un tratamiento de la información estructurada en **cajas negras**,<sup>29</sup> en las que se analizan documentos, se solicitan los datos que faltan, se verifican mediante sucesivas reiteraciones, y se realiza un acercamiento al detalle de las *corrientes residuales* hasta llegar a determinar cuáles son y dónde se generan. En definitiva, se trata de clasificar, ordenar, inferir y evaluar las pérdidas más significativas de los procesos y actividades mediante el análisis de los balances de materia. (Figura 4)

#### **4.1.7. Evaluación de las oportunidades de minimización**

Para cada corriente residual se tiene que estudiar:

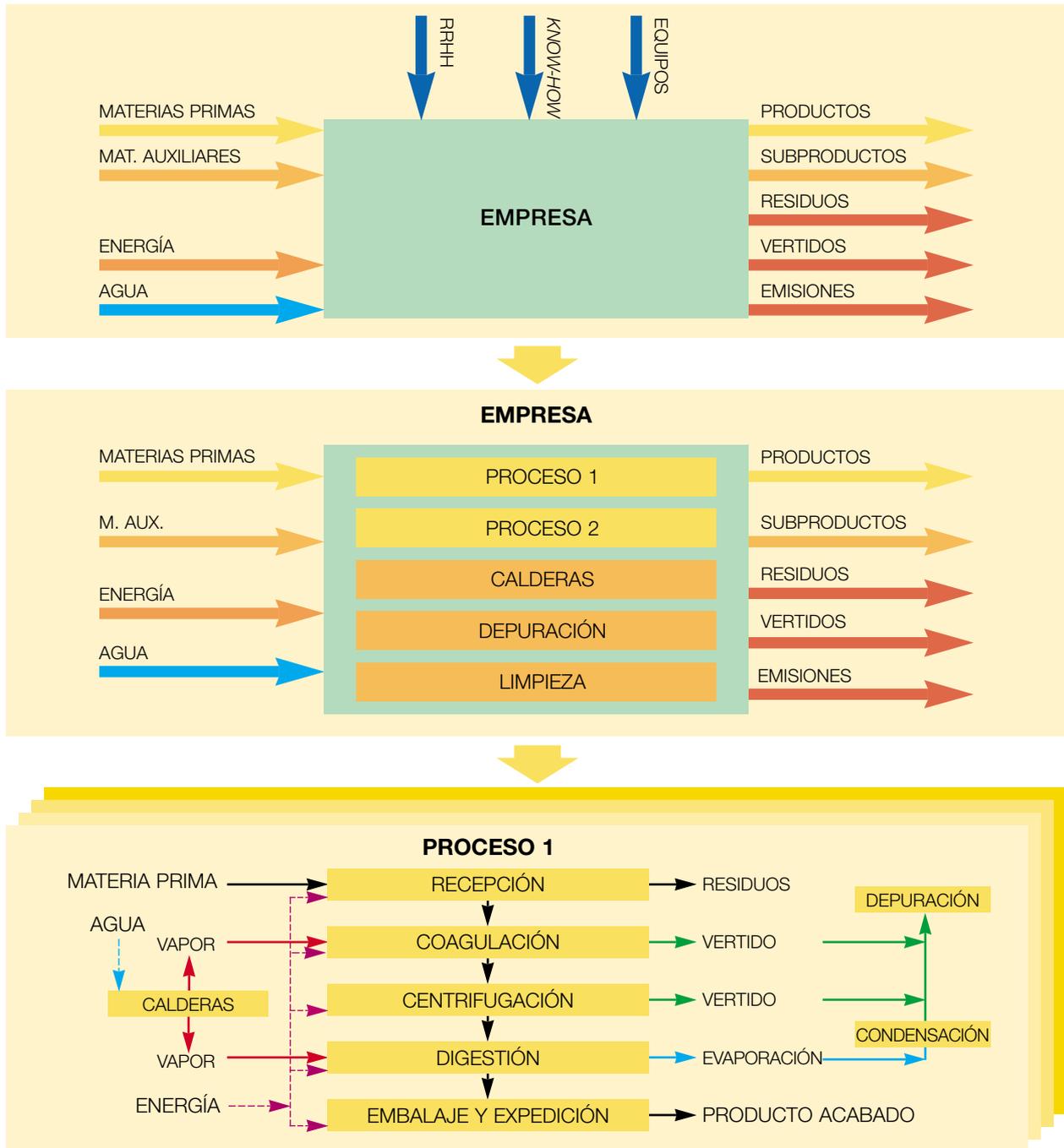
- Cantidad generada.
- Proceso donde se genera.
- Impacto ambiental.
- Gastos ocasionados con el escenario existente de explotación de la actividad.

Con esto habremos identificado las opciones concretas de mejora.

---

<sup>29</sup> El tratamiento mediante **cajas negras** se puede parecer a un balance (*input-output*) de materias primas, energía y corrientes residuales, el cual, partiendo de una evaluación global, aplica una especie de *zoom* y mediante diagramas de flujo va profundizando en los procesos y en sus detalles, hasta alcanzar el nivel exigido que permita identificar las corrientes residuales objeto de interés. Es interesante señalar que este análisis se efectúa de manera bidireccional, puesto que normalmente se parte de una corriente residual (*output*) hasta llegar a un proceso, o a una materia prima, para después seguir el flujo del proceso hasta llegar al residuo, y así tantas veces como sea necesario.

**Figura 4**  
**PROCEDIMIENTO DE DIAGNÓSTICO MEDIANTE CAJAS NEGRAS**



#### **4.1.8. Estudio de las opciones concretas**

El DAOM incluye una descripción detallada de las diferentes alternativas propuestas, justifica las causas por las cuales se recomiendan, valora su beneficio ambiental y analiza su viabilidad técnica y económica.

El orden de prioridad de las propuestas de minimización se establecerá según su efecto minimizador:

1. Opciones de reducción en origen
  - Modificación del producto
  - Modificación del proceso: cambio de materiales, procesos alternativos, nuevos equipos, buenas prácticas
2. Opciones de reciclaje en origen

Para analizar las viabilidades de cada una de las alternativas propuestas, y siguiendo un orden lógico, analizaremos primero la viabilidad técnica y, en función de sus condicionantes, la viabilidad económica.<sup>30</sup>

El objeto del análisis de la viabilidad técnica es comprobar la posibilidad de implantar la alternativa analizada en la empresa, y que no haya ningún tipo de condicionante que no sea fácilmente superable.

Si el resultado de este análisis es positivo, realizaremos el análisis de la viabilidad económica, que permitirá a la empresa disponer de datos sobre las implicaciones económicas que la implantación de la alternativa supondría. Así, se especifican los ahorros netos estimados que generaría la implantación de las alternativas propuestas en relación con el proceso actual, se calcula el período de retorno de la inversión, y cuando sea necesario, se evalúa la rentabilidad del proyecto calculando el valor actual neto y la tasa interna de rentabilidad. Esta estimación solamente se puede hacer si se conoce un número de datos suficiente de las alternativas propuestas, como por ejemplo inversión, gastos de explotación, coste de los productos alternativos, etc. Por este motivo, en el transcurso de los trabajos del DAOM es preciso obtener información y datos sobre precios de compra y venta de productos, sobre gastos de explotación industrial, sobre gastos para la gestión ambiental, etc.

Dado que los DAOM comportan una búsqueda de las posibilidades tecnológicas para ofrecer propuestas alternativas, de modificación o mejora de las operaciones y procesos afectados, es en este sentido que se precisa un buen conocimiento de las tecnologías más idóneas y de los proveedores de dichos equipos.

#### **4.1.9. Elaboración y presentación de la documentación final**

Se presenta un primer borrador que deberá aceptar la empresa<sup>31</sup>, la cual comprobará que los datos sean correctos.

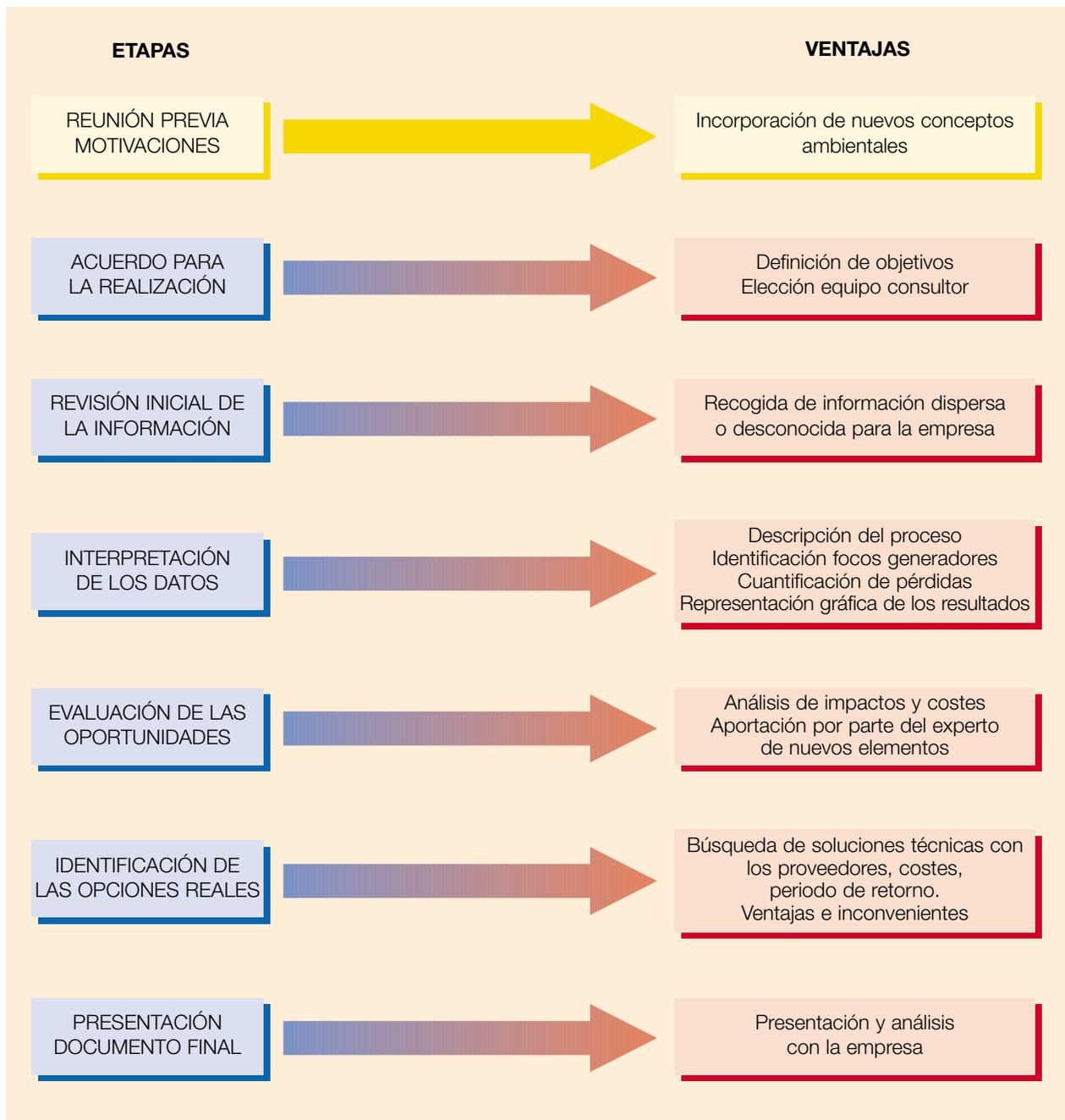
Una vez revisado, se presentará y entregará el documento final. Es en este momento cuando se celebrará una reunión con la empresa para comentar los resultados obtenidos y se sugerirá un programa de ejecución para implantar las alternativas identificadas. (*Figura 5*)

---

<sup>30</sup> Véase el anexo 2: análisis de las viabilidades técnica y económica.

<sup>31</sup> En el caso de los DAOM dirigidos por el CIPL, este borrador y los borradores siguientes hasta llegar al documento final son revisados por un técnico del CIPL que, desde el primer momento, sigue el proceso velando por la calidad del trabajo y la utilidad de las propuestas y oportunidades identificadas.

**Figura 5**  
**ETAPAS PRÁCTICAS PARA LA REALIZACIÓN DEL DAOM**



# 5

## Estructura del documento

---

El objetivo final del DAOM consiste en detectar las alternativas de reducción y reciclaje en origen, tanto las de tipo técnico como las organizativas. Tienen que quedar reflejadas en el **documento final**, ajustado a cada empresa, que como mínimo debe incorporar los puntos señalados en la tabla siguiente:

- 5.1. Introducción y antecedentes**
- 5.2. Descripción general de la empresa**
- 5.3. Descripción del establecimiento industrial**
- 5.4. Descripción de los procesos de fabricación, actividades o áreas que se diagnostican**
- 5.5. Enumeración y descripción de las corrientes residuales generadas.**
- 5.6. Alternativas de minimización recomendadas**
- 5.7. Cuadro resumen de las alternativas**
- 5.8. Otras consideraciones**
- 5.9. Anexos: esquemas de procesos, protocolos usados, hojas de trabajo, etc.**

### 5.1. Introducción y antecedentes

En este primer apartado del documento, es conveniente exponer los motivos y el contexto por los cuales la empresa se propuso realizar un DAOM. Se describen los objetivos que se proponen conseguir con la realización del diagnóstico y se deja definida la metodología empleada para elaborar el DAOM.

### 5.2. Descripción general de la empresa

En este punto, se ha de dar una visión general y descriptiva de la empresa, que consta de los apartados siguientes:

### **Datos de la empresa:**

Se hará constar:

- nombre o razón social
- domicilio
- teléfono, fax y correo electrónico
- los registros identificativos de las administraciones implicadas<sup>32</sup>
- tipo de actividad
- personas de contacto, así como los interlocutores que se hayan establecido.

Tanto por motivos didácticos como a efectos prácticos, es interesante incorporar todos estos datos en forma de cuadros y tablas resumen. (*Figura 6*)

### **Estructura y organización de los recursos humanos:**

Es preciso incorporar un organigrama funcional y de identificación de las distintas áreas y personal, sobre todo porque algunas se pueden ver particularmente afectadas por las propuestas que se quieren introducir. (*Figura 7*)

### **Datos generales y de régimen de trabajo (*Figura 8*):**

Se tendrán en cuenta los datos referidos a las condiciones internas del personal:

- características de plantilla
- contrataciones
- régimen de trabajo (turnos, horas/día, días/año).

### **Producción:**

Los datos generales de la empresa en cuanto a volúmenes de producción y facturación y los principales productos fabricados son más importantes de lo que puede parecer a primera vista.

*La posibilidad de confrontar los datos de producción con los valores obtenidos en las corrientes residuales permitirá obtener ratios comparativos por unidad de producción; en definitiva, representa una medida indicativa de la eficiencia ambiental de la empresa. Estos ratios<sup>33</sup> se vuelven especialmente importantes en el caso de que se disponga de datos sectoriales para un conjunto de empresas.*

---

<sup>32</sup> En el caso de España, por ejemplo, el Número de Identificación Fiscal (NIF), la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE), etc.

<sup>33</sup> En un estudio que se realizó sobre diversas empresas del sector de pinturas, se pudo establecer que el *ratio* de los residuos totales generados con respecto a su producción anual se distribuía sobre un abanico que oscilaba entre los 20 y los 100 kg de residuo por tonelada de materia producida.

**Figura 6**  
**EJEMPLO DE DATOS DE LA EMPRESA**

Nombre de la empresa:	FORMA, S.A.
NIF:	A-000000000
Sede del establecimiento:	c/ Taures, 7. 034000 ÁVILA
Teléfono:	555 55 55
Fax:	555 66 66
Sede social de la empresa:	c/ Taures, 7. 034000 ÁVILA
Dirección:	c/ Taures, 7. 034000 ÁVILA
Actividad:	Estampación y embutición de piezas metálicas
CNAE:	28402
Número de identificación:	D-02/97
Fecha de realización:	Octubre de 1997
Año de referencia de los datos:	1996/1997
Personas de contacto:	Director técnico: Sr. Jaime Pérez; Gerente: Sr. Francisco García

**Figura 7**  
**EJEMPLO DE ORGANIGRAMA DE UNA EMPRESA**



**Figura 8**  
**EJEMPLO DE DATOS GENERALES Y RÉGIMEN DE TRABAJO**

<i>Número de trabajadores:</i>	44
<i>Facturación anual:</i>	3.600.000 €
<i>Tamaño de la empresa:</i>	PYME
<i>Distribución puestos de trabajo:</i>	
<i>Almacén:</i>	1
<i>Almacén expedición:</i>	1
<i>Fabricación:</i>	26
<i>Taller:</i>	6
<i>Oficinas:</i>	9
<i>Mantenimiento:</i>	1

<i>Horas/día:</i>	24	
<i>Días/semana:</i>	5	
<i>Días de funcionamiento/año:</i>	225	
<i>Horas/año:</i>	5.400	
<i>Número de turnos:</i>	4	
<i>Horarios turnos y número medio de trabajadores:</i>	Horario: 5-13,30	10 trabajadores
	Horario: 13,30-22	10 trabajadores
	Horario: 22-5	2 trabajadores
	Horario: 8-13/3-6	22 trabajadores
<i>Meses del año de máxima actividad:</i>	La actividad es constante durante todo el año	

## TABLA DE PRODUCCIÓN DE PINTURAS SMITH DURANTE EL AÑO 1997

DESCRIPCIÓN	T/AÑO	%
1. Pinturas plásticas en base acuosa	1.800	45,0
2. Pinturas en base disolvente o esmaltes	1.155	28,8
3. Pinturas X	1.045	26,2
<b>TOTAL</b>	4.000	100

### **Materias primas** (Figura 9):

En el apartado considerado como de materias primas, se han de describir los números y las cantidades referidos a las materias empleadas en el proceso de producción, tanto si se trata de las principales como de las auxiliares, así como las características más relevantes, tal y como se han definido en el capítulo 4.

Ahora bien, como ya se ha señalado en diversas reuniones entre expertos, a fin de evitar que se generen largas listas que podrían tener muy poca significación para los objetivos de los DAOM, es necesaria una relativización en función de su relevancia (atendiendo a la tipología, la caracterización y el consumo).

A veces, la empresa es reticente a la hora de facilitar alguno de estos datos. En este caso, el experto ha de ser capaz de poderlos sustituir por otros (capacidad de los equipos, número de unidades producidas) para intentar reflejar una imagen fiel de la empresa con la que se pueda confrontar a la hora de analizar la viabilidad de las alternativas propuestas.

Corresponde al realizador del DAOM, por su carácter de experto, efectuar propuestas para que se puedan simplificar las listas de materias generales. En cualquier caso, la empresa las tiene que definir y detallar a fin de promover el autocontrol de su productividad. Según este último aspecto, podríamos decir que una materia prima sería significativa en cualquiera de los casos siguientes:

- Cuando su volumen represente más de un 10% del consumo respecto al total de MP.
- Cuando tenga un período de caducidad corto.
- Cuando sea peligrosa.
- Cuando por su composición sea susceptible de incorporarse fácilmente a las corrientes residuales.
- Cuando esté almacenada en envases no retornables.

**Figura 9**  
**EJEMPLO DE MATERIAS PRIMAS CONSUMIDAS**

Materia prima	Revelador	Fijador	Bloqueador	Emulsión
Subproceso	Dibujo	Dibujo	Insolación	Insolación
Origen/suministrador	Romires, SA	Romires, SA	Romires, SA	Karisel, SA
Consumo anual	30 dosis (5 litros cada dosis)	35 dosis	160 Kg	73 Kg
Consumo/unidad producida	$1,75 \times 10^{-5}$ dosis/m <sup>2</sup>	$1,52 \times 10^{-5}$ dosis/m <sup>2</sup>	$2,3 \times 10^{-4}$ Kg/m <sup>2</sup>	$5,42 \times 10^{-5}$ Kg/m <sup>2</sup>
Precio de compra	26 €/dosis	26,32 €/dosis	0,01€/gr	0,015 €/gr
Coste total anual (€/año)	780	921,2	1.600	1.095
Componentes peligrosos para el medio ambiente	Producto irritante  Toxicidad a: <i>Hidroquinona:</i> DL <sub>50</sub> oral (rat) 320 mg/Kg <i>Etilendiamintetracetato:</i> DL <sub>50</sub> oral (rat) 2.000 mg/Kg CL <sub>50</sub> peces 320 mg/l 98 h <i>Hidróxido potásico:</i> DL <sub>50</sub> oral (rat) 273 mg/Kg	Producto irritante  Toxicidad a: <i>Tiocianato amónico:</i> DL <sub>50</sub> oral (rat) 750 mg/Kg CL <sub>50</sub> peces 200 mg/l 96 h <i>Ácido acético:</i> DL <sub>50</sub> oral (rat) 3.310 mg/Kg CL <sub>50</sub> dafnia 47 mg/l 48 h	Disolventes orgánicos  Toxicidad a: <i>Alcohol etílico:</i> DL <sub>50</sub> oral (rat) 7.060 mg/Kg DL <sub>50</sub> cutáneo (con) 20.000 mg/Kg CL <sub>50</sub> inhalación 8.000 ppm 4 h <i>Alcohol isopropílico:</i> DL <sub>50</sub> oral 5.045 mg/Kg DL <sub>50</sub> cutáneo 12.800 mg/Kg	Producto irritante
Modo de suministro	Botes de plástico de 5 litros	Botes de plástico de 5 litros	Botes de plástico de 5 Kg	Botes plástico de 4,5 Kg
Modo de almacenaje	En botes en la sala de dibujo	En botes en la sala de dibujo	En los estantes de insolación	En los estantes de insolación
Modo de transferencia	Manual	Manual	Manual	Manual
Caducidad	No	No	No	No
Alternativas	Otras empresas	Otras empresas	1 fabricante: Sericol	Otros fabricantes
Retorno al proveedor	Sí	Sí	Sí	Sí
Retorno envases vacíos	No	No	No	No
Retorno material caducado	No	—	No	No

Así, definiremos que una materia prima es relevante tanto por los volúmenes manipulados regularmente como por el grado de contaminación y toxicidad que se podría asociar; también puede ser interesante tener en cuenta su valor económico.

### **Consumos de agua** (Figura 10):

El agua representa un elemento básico para muchas empresas, tanto desde el punto de vista del papel que tiene como materia prima, incorporada directamente en los productos y en los procesos, como por los servicios auxiliares que realiza (en la limpieza, como vector transmisor de energía a las calderas de vapor), o bien por el aspecto tan fundamental que representa dentro del flujo de una de las principales corrientes residuales de las empresas: los vertidos en fase líquida.

Este recurso ha pasado de ser un elemento que prácticamente no se tenía en cuenta a ser un recurso verdaderamente “crítico”, tanto desde el punto de vista de su suministro —cuantitativa y cualitativamente— como desde la vertiente de los vertidos a la red municipal, cauce público o directamente al medio marino.

Atendiendo a los consumos totales de agua estimados o medidos, dentro de un DAOM se deben poder identificar:

- Las fuentes de obtención y suministro.
- Su distribución, el uso y los consumos específicos (mediante un diagrama) diferenciando cuantitativamente los valores correspondientes a:
  - las fases de producción
  - los procesos auxiliares.
- Los costes de suministro y/o captación de agua, incluyendo los costes de pretratamiento por proceso y depuración de las aguas residuales.

La representación de un esquema de suministro, distribución, consumo y coste del agua, además de las ventajas pedagógicas cuando se incluyen los datos reales de consumo, resulta de gran ayuda a la hora de presentar alternativas viables de minimización.

### **Consumo de energía:**

El factor energía representa uno de los aspectos clave que hay que tener en cuenta dentro de los DAOM y que generalmente ha sido olvidado.

En el campo industrial, casi siempre podemos encontrar dos grandes bloques: el bloque térmico y el eléctrico.

Entre los datos básicos que es preciso tratar en un DAOM, deben reflejarse los siguientes:

**Figura 10**  
**ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN, USOS Y CONSUMO DE AGUA DE UNA EMPRESA**

**DISTRIBUCIÓN, USO Y CONSUMO DE AGUA DE LA EMPRESA PINTURAS SMITH**

PROCEDENCIA	CONSUMO	UNIDADES	%
Servicio municipal de suministro de aguas	1.896	m <sup>3</sup> /año	100



PUNTOS DE CONSUMO	CONSUMO	UNIDADES	%
Limpiezas	503,4	m <sup>3</sup> /año	26,5
Sanitario	227,5	m <sup>3</sup> /año	12,1
Proceso	1.165,2	m <sup>3</sup> /año	61,4



CONCEPTO	BASE (m <sup>3</sup> /año)	TOTAL (€)	€/m <sup>3</sup>
Agua de red	1.986	1.292,67	0,65

- El tipo de energía consumida
- La cantidad consumida
- El coste unitario y los gastos totales

Como ejemplo concreto podemos representar el consumo de energía de una pequeña empresa conjuntamente con su coste. (Figura 11)

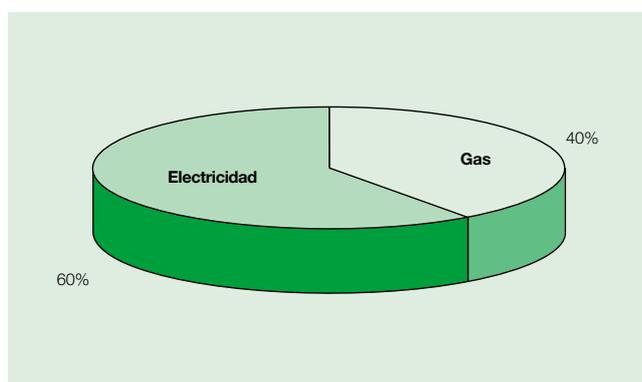
**Otros aspectos que hay que tener en cuenta:**

Es preciso añadir a la documentación toda la información sobre la empresa que se considere interesante, como por ejemplo si hay una política ambiental, si se realiza formación a los operarios y de qué tipo, si se dispone de alguna certificación propia del sector alimentario, farmacéutico, ISO 9000, sistema de gestión ambiental, etc.

**Figura 11**  
**DISTRIBUCIÓN Y CONSUMO DE ENERGÍA DE UNA EMPRESA**

RECURSO	CONSUMO	COSTE
Gas	3.695.230 termias	53.646,54 €
Electricidad	806.750 kWh	81.392,46 €
	<b>Coste total</b>	<b>135.039 €</b>

0,0145 €/termia  
0,10 €/kWh



### 5.3. Descripción del establecimiento industrial

El objetivo básico de este apartado consiste en ofrecer una visión descriptiva y general de la empresa con sus equipamientos y estructuras, según la cual se tiene que prever la distribución en planta de los procesos de fabricación y muy particularmente todas las actividades y áreas que sean de interés para el diagnóstico. Por este motivo, resulta interesante incluir siempre diversos planos de distribución.

- Situación de la empresa y distribución en planta
- Detalles de las zonas cuando sea necesario

En los diversos subapartados, deberán describirse las principales características de las naves de producción, de las zonas de almacenamiento, de las oficinas y de los emplazamientos donde se almacenen los residuos.

## 5.4. Descripción de las actividades, los procesos de fabricación o las áreas que se diagnostiquen

Este apartado debe describir de forma detallada:

### Los procesos productivos

- los equipos empleados
- la gestión de los materiales
- las operaciones de manipulación, transporte y trasvase, etc.

### Los procesos auxiliares

- operaciones de limpieza
- almacenes
- mantenimiento
- depuración, etc.

Es aconsejable dividir los procesos en subprocesos, e incluir en los mismos esquemas y diagramas de flujo.

Entre los esquemas y diagramas, podemos incluir:

- Diagramas generales de proceso productivo.
- Diagramas con detalle de los subprocesos analizados.
- Definición de procesos estratégicos y/o auxiliares que puedan tener efectos ambientales y ser objeto de propuesta de mejora (almacén, línea de producción, mantenimiento, limpiezas, EDAR,...).

Hay que tener presente que en este apartado no se deben incluir las corrientes residuales, puesto que les corresponde un apartado específico.

Como ejemplo concreto, hemos seleccionado el diagrama del proceso productivo seguido por la empresa fabricante TOTALPACK, en el que se tienen en cuenta los subapartados siguientes: (*Figuras 12, 13, 14, 15*)

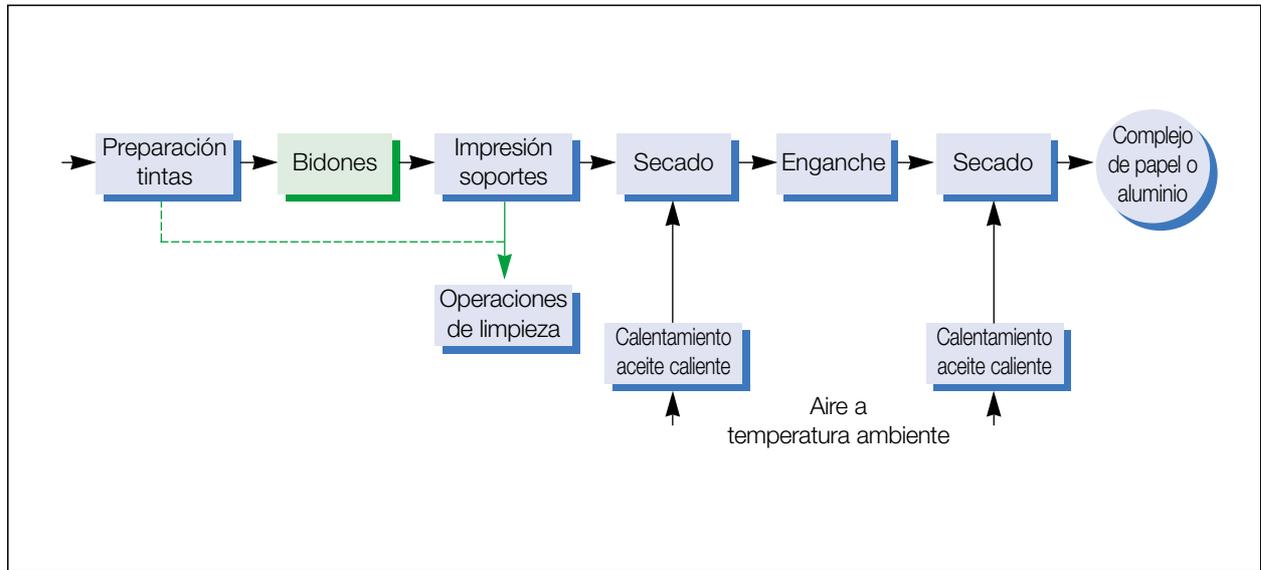
## 5.5. Descripción de las corrientes residuales

Este apartado corresponde a la descripción de las corrientes residuales generadas, a las causas de generación y a los sistemas de gestión y tratamiento existentes.

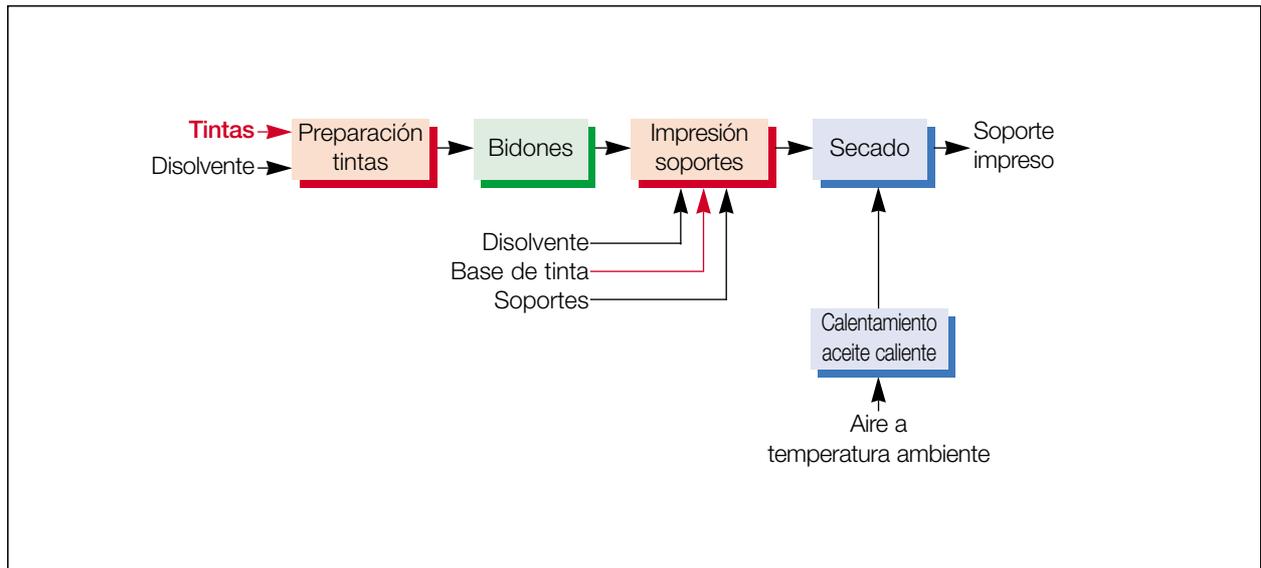
Hay que registrar y hacer un inventario de las corrientes residuales. Se pueden tener en cuenta dos tipologías, según el tipo de empresa donde se realice la evaluación:

A. Describir las corrientes residuales para cada uno de los procesos o subprocesos de la empresa, e identificar y cuantificar los residuos, las aguas residuales y las emisiones generadas.

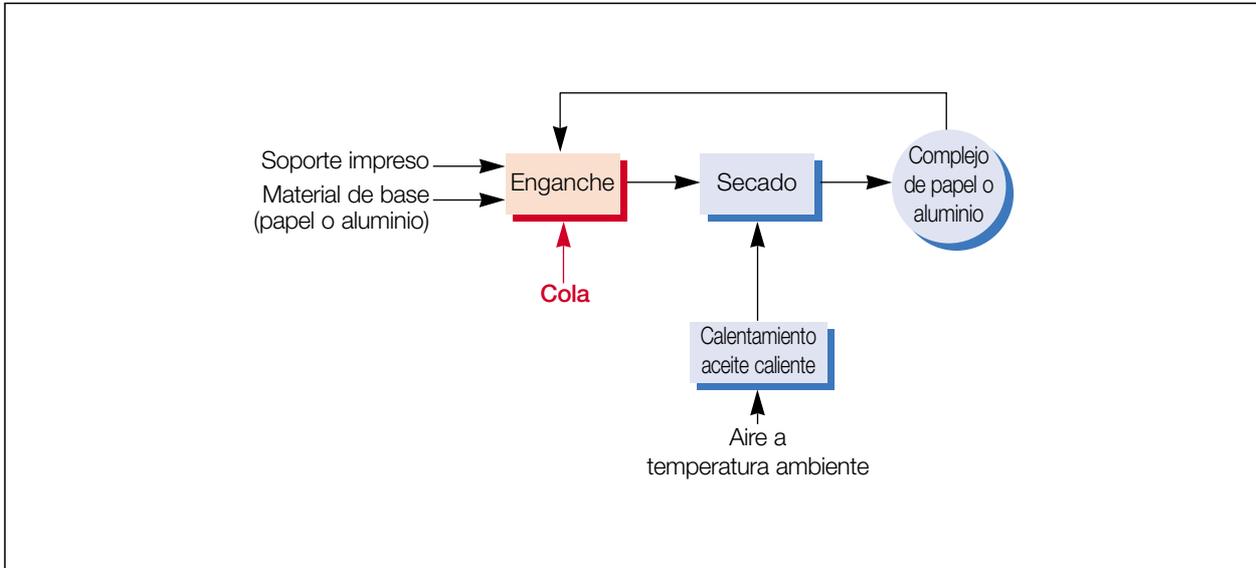
**Figura 12**  
**DIAGRAMA DE PROCESO DE LA EMPRESA TOTALPACK**



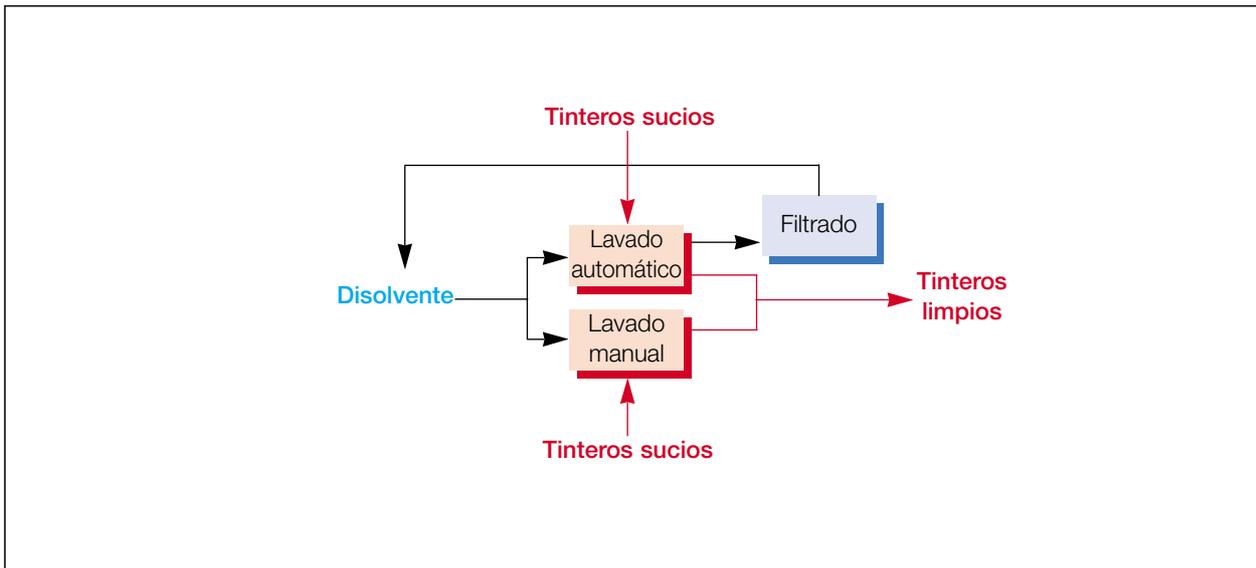
**Figura 13**  
**DIAGRAMA DEL PROCESO DE IMPRESIÓN DE LA EMPRESA TOTALPACK**



**Figura 14**  
**DIAGRAMA DEL PROCESO DE LAMINACIÓN DE LA EMPRESA TOTALPACK**



**Figura 15**  
**DIAGRAMA DEL PROCESO DE LIMPIEZA DE LA EMPRESA TOTALPACK**



B. Describir los diversos vectores ambientales considerados (aguas, residuos y emisiones atmosféricas) e identificar los procesos de fabricación de los cuales provienen.<sup>34</sup>

Independientemente de la metodología empleada, es indispensable conseguir una plena identificación de los focos generadores de las corrientes residuales a partir del análisis del proceso. Entre los aspectos que hay que observar en este capítulo, destacamos los siguientes:

- Inventario de corrientes residuales.
- Identificación de los orígenes de la contaminación (punto del proceso).
- Evaluación de las corrientes residuales (cantidad, tipo, cantidad por unidad de producto fabricado, etc.).
- Gastos de gestión actuales.

Si bien a veces, para acabar de definir una corriente residual, resulta necesario extraer muestras y realizar análisis, debe recordarse que el DAOM no tiene en cuenta si la empresa cumple la legislación o no. (*Figuras 16 y 17*)

## 5.6. Alternativas de minimización recomendadas

El DAOM incluirá una descripción detallada de las diferentes alternativas que posibilitan reducir y/o recuperar las corrientes residuales generadas por la empresa, así como una justificación de las causas por las cuales éstas se recomiendan (viabilidad técnica y económica).

Tanto desde un punto de vista conceptual como expositivo, hay que distinguir de manera clara las propuestas de reducción en origen de las de reciclaje en origen.

Pese a que se pueden plantear muchos tipos de alternativas diferentes, es importante estructurarlas y dar prioridad a la reducción en origen frente a la recuperación y el reciclaje en origen:

- Reducción en origen
  - Modificación del producto
  - Modificación del proceso
    - Buenas prácticas
    - Nuevas tecnologías
    - Sustitución de materiales (materias primas y/o auxiliares)
- Recuperación y reciclaje en origen

---

<sup>34</sup> Un aspecto digno de tener en cuenta son los efectos potenciales de contaminación de los suelos y de los acuíferos derivados de una mala gestión de estos tres puntos.

**Figura 16**

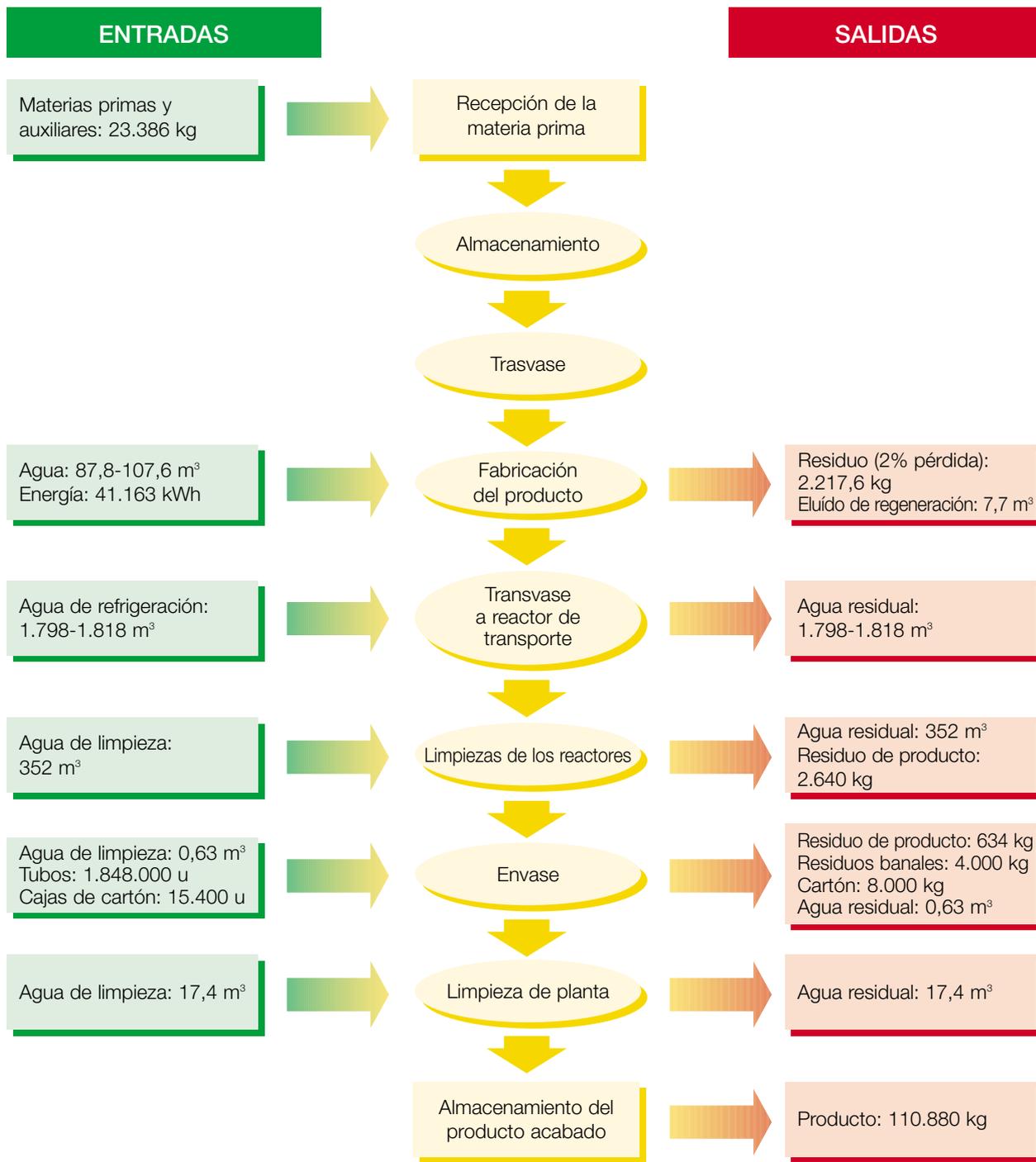


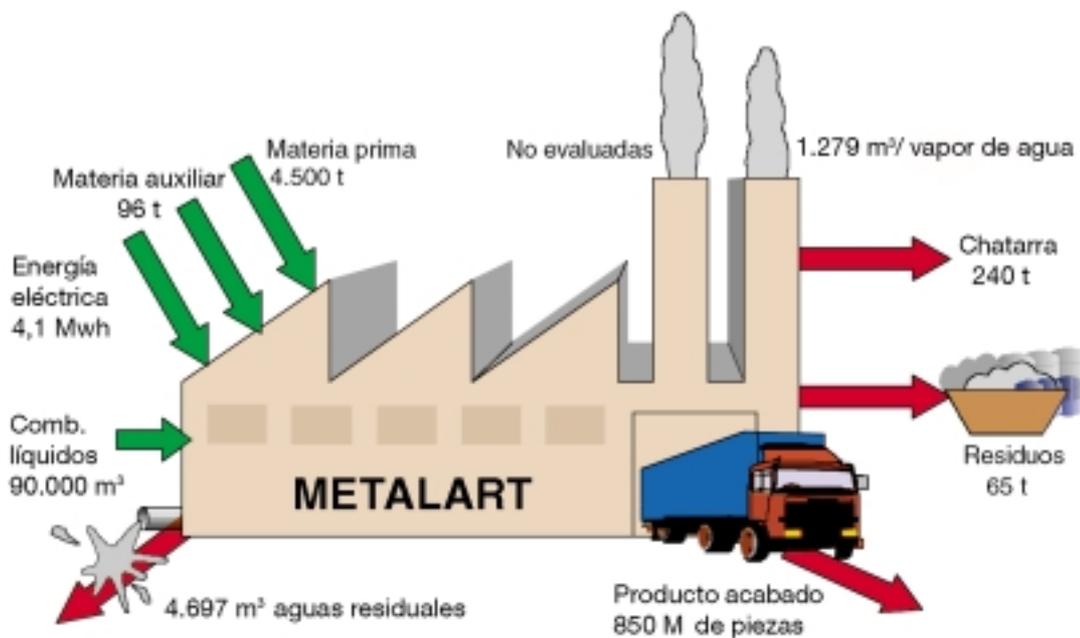
Figura 17

**IDENTIFICACIÓN GENERAL DE LOS BALANCES DE MATERIA, ENERGÍA  
Y CORRIENTES RESIDUALES DE LA EMPRESA METALART**

**Balance de materia y consumo de recursos  
de METALART (1998)**

Por 1 t de materia prima, se generan 53 kg de chatarra

Por 1 t de materia auxiliar, se generan 0,67 t de residuos



Para cada oportunidad de minimización se incluirá:

- Descripción de la alternativa o alternativas propuestas. Comparación con el proceso actual.
- Estimación justificada de manera cuantitativa de las reducciones que se pueden conseguir.
- Estimación de la viabilidad técnica.
- Estimación de la viabilidad económica.

### Ejemplo de opciones de reducción en origen

En la empresa PINTURAS SMITH, el consumo de aguas es muy importante; después de la realización de un DAOM se les propuso una serie de acciones de reducción y reciclaje en origen dirigidas a este punto. Como medida concreta, se propuso la utilización de las mangas de accionamiento en punta, que reducen el consumo de agua en un 15% aproximadamente (ahorro de 75,5 m<sup>3</sup>/año), y también la máquina a alta presión, cuyas prestaciones pueden ocasionar una reducción del 60% (ahorro de 302 m<sup>3</sup>/año).

Toda reducción en origen en el consumo de agua minimiza los tratamientos posteriores (externo o interno) de las corrientes residuales. (Figuras 18, 19, 20)

### Ejemplo de opciones de reciclaje en origen

Como opciones de reciclaje en origen se recomiendan dos posibilidades, ambas orientadas a la reutilización del agente de limpieza empleado.

**TABLA: RESUMEN DE OPCIONES DE REUTILIZACIÓN EN ORIGEN DEL AGUA**

OPCIÓN	Reutilización de aguas (m <sup>3</sup> /año)	Ahorro indirecto de tratamiento externo (€/año)	Inversión estimada (€)	Coste tratamiento interno + externo (€/año)	Periodo de retorno
<b>Hipótesis 1: sin reducción previa.</b>					
Depuración de aguas de lavado	503,4 <sup>(1)</sup>	99.841,33	13.041,96	532,36	<1 año
<b>Hipótesis 2: con reducción previa del 60% del consumo inicial por utilización de un sistema de limpieza.</b>					
Depuración de aguas de lavado	201,3 <sup>(1)</sup>	59.896,86	13.041,96	211,71	<1 año

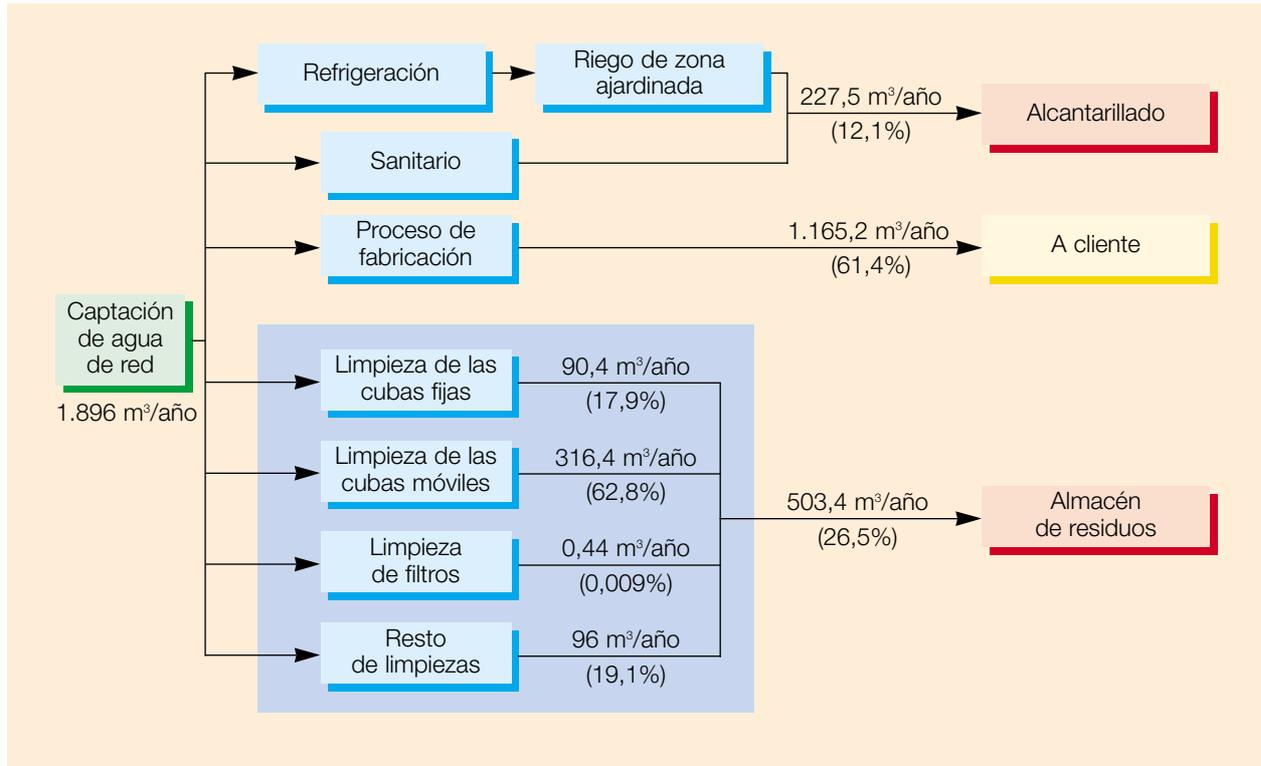
Coste externo de tratamiento de las aguas: 0,198 €/kg

Coste de tratamiento interno de las aguas: 0,54 €/m<sup>3</sup>

Coste de tratamiento externo de los lodos: 0,10 €/kg

(1) Suponiendo una reutilización teórica del 80% de las aguas.

**Figura 18**  
**ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA**  
**PINTURAS SMITH**



**Figura 19**

**ALTERNATIVAS DE PREVENCIÓN EN PINTURAS SMITH  
OPCIÓN 1: MANGAS DE ACCIONAMIENTO EN PUNTA**

Estimación de la reducción en el consumo de agua: 15%

503,4 m<sup>3</sup>/año **15%** → 75,5 m<sup>3</sup>/año

Coste externo de tratamiento de aguas: 0,198 €/kg = 198,33 €/m<sup>3</sup>

Coste del agua: 1,075 €/m<sup>3</sup>

OPCIÓN	Reducción de consumo (m <sup>3</sup> /año)	Ahorro por reducción en origen (€/año)	Ahorro indirecto de tratamiento externo (€/año)	Ahorro total (€/año)	Inversión estimada (€)	Periodo de retorno
<b>Manga</b>	<b>75,5</b>	<b>81,22</b>	<b>14.974,21</b>	<b>15.055,43</b>	<b>2.085,22</b>	<b>2 meses</b>



Periodo de retorno:  $2.085,22 \text{ €} / 15.055,43 \text{ €/año} = 0,13 \text{ años}$   
 $0,13 \text{ años} \times 12 \text{ meses} = 1,6 \text{ meses} \sim 2 \text{ meses}$

**Figura 20**

**ALTERNATIVAS DE REDUCCIÓN EN ORIGEN EN PINTURAS SMITH  
OPCIÓN 2: MÁQUINA DE ALTA PRESIÓN**

Estimación de la reducción en el consumo de agua: 60%

503,4 m<sup>3</sup>/año **60%** → 302 m<sup>3</sup>/año

Coste externo de tratamiento de aguas: 0,198 €/kg = 198,33 €/m<sup>3</sup>

Coste del agua: 1,075 €/m<sup>3</sup>

OPCIÓN	Reducción de consumo (m <sup>3</sup> /año)	Ahorro por reducción en origen (€/año)	Ahorro indirecto de tratamiento externo (€/año)	Ahorro total (€/año)	Inversión estimada (€)	Periodo de retorno
<b>Alta presión</b>	<b>302</b>	<b>324,89</b>	<b>59.896,86</b>	<b>60.221,76</b>	<b>1.526,57</b>	<b>1 mes</b>



Periodo de retorno:  $1.526,57 \text{ €} / 60.221,76 \text{ €/año} = 0,03 \text{ años}$   
 $0,03 \text{ años} \times 12 \text{ meses} = 0,36 \text{ meses} \sim 1 \text{ mes}$

### A. Reutilización del agua de limpieza:

En el caso concreto que se presenta, con las dos alternativas anteriores, se recomienda la aplicación previa de la instalación de la máquina de limpieza a alta presión porque se consigue reducir el consumo de agua en una proporción más elevada. Sin embargo, se recomienda también la instalación de mangas de accionamiento en todos los puntos de captación de agua para completar las operaciones de limpieza que la máquina de alta presión no realice.

El consumo inicial de agua para limpieza es el que se observa en la figura que aparece a continuación. Se estima un consumo anual de 40,3 m<sup>3</sup>/año para las operaciones de limpieza, debido a la adición del 20% de agua limpia en el ciclo de depuración. El coste se estima en 0,54 €/ m<sup>3</sup> para el tratamiento interno de las aguas, más 0,10 €/kg para el tratamiento externo del lodo (se estima una proporción de 1 kg de lodo más coagulantes por cada bidón de 200 l de agua con restos de pintura). (Figura 21)

## 5.7. Cuadro resumen de las alternativas

Al objeto de facilitar la identificación de las propuestas y la toma de decisiones, es necesario que el DAOM se concluya con una presentación esquematizada de un cuadro final, ofrecido a modo de resumen, de las alternativas propuestas, que vayan convenientemente acompañadas de la evaluación económica estimada, con la inclusión como mínimo del período de retorno estimado de la inversión.<sup>35</sup>

A título de ejemplo, hemos incluido el cuadro resumen de todas las alternativas propuestas a la empresa PINTURAS SMITH. (Figura 22)

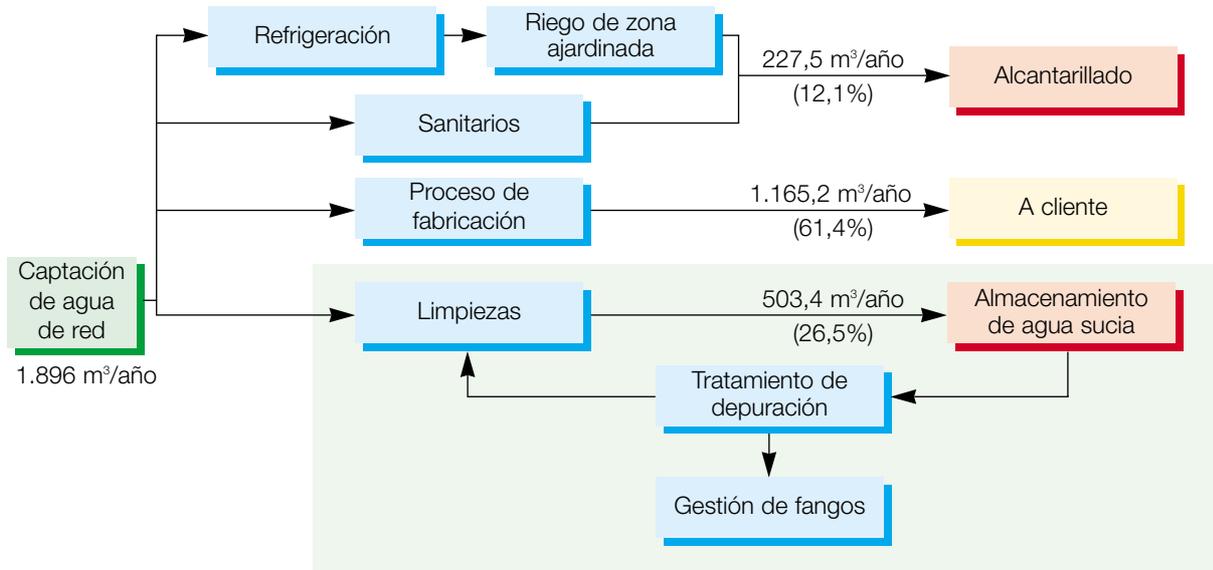
Oportunidad	Alternativa	Coste	Periodo de retorno
Oportunidad 1	Alternativa 1	€	Años
	Alternativa 2	€	Años
Oportunidad 2	Alternativa 1	€	Años
	Alternativa 2	€	Años
	Alternativa 3	€	Años
Etc.	Etc.	Etc.	Etc.
<b>TOTAL</b>		€	<b>RETORNO ESTIMADO</b>

<sup>35</sup> Véase el anexo 2.

**Figura 21**

**PROPUESTA DE ALTERNATIVA**

**Alternativas de reciclaje en origen en PINTURAS SMITH  
OPCIÓN 1: Reciclaje de las aguas de limpieza**



**Figura 22**

**CUADRO RESUMEN DE LAS OPORTUNIDADES DE PREVENCIÓN DE LA EMPRESA PINTURAS SMITH**

OPORTUNIDAD DE MINIMIZACIÓN DETECTADA	ALTERNATIVA PROPUESTA	COSTE ORIENTATIVO (€)	RETORNO DE LA INVERSIÓN
Minimización de las aguas de limpieza	Uso de mangas de accionamiento en punta	2.085,22	2 meses
	Uso de máquinas de alta presión	1.526,57	1 mes
Reciclaje de las aguas de limpieza	Recirculación previa depuración	13.041,96	<1 año
	Recirculación con máquinas de alta presión	13.041,96	<1 año
<b>TOTAL</b>		29.695,71	

## 5.8. Otras consideraciones

En el transcurso de los trabajos, suelen aparecer otras alternativas que no se pueden considerar propiamente como de minimización. Será preciso describir cualitativamente, sin entrar en detalles, las alternativas que, si bien no son estrictamente de reducción y reciclaje en origen de la contaminación, posibiliten la incoación de actuaciones para conseguir una correcta gestión de las corrientes residuales, aunque no constituyan el objetivo esencial de los DAOM.

Es en este apartado donde se pueden integrar alternativas de valorización como subproducto, o de valorización externa, tratamientos finalistas que mejoren la gestión actual, etc.

Deberá destacarse también que las empresas diagnosticadas solicitan, algunas veces, orientación a las consultoras en relación con la situación legal de la empresa desde el punto de vista ambiental. A pesar de que este aspecto no forma parte de un DAOM, y no ha de formar parte del informe, es factible ofrecer un resumen aparte.

## 5.9. Anexos

En el informe final, se aconseja incluir las hojas de trabajo, que se entregan debidamente cumplimentadas.

Es conveniente incluir información orientativa sobre equipos, productos, tecnologías y proveedores que se propongan a las alternativas, ya que el DAOM, sobre todo, ha de ser una herramienta práctica.

Otra información que se tiene que incluir de tipo orientativo pueden ser las fichas de seguridad de algunos productos, los planos, las especificaciones, etc.

Contrariamente, no creemos aconsejable incluir los planos o diagramas de flujo de los procesos en este apartado final, dado que tanto desde el punto de vista expositivo como para una mejor lectura y comprensión del contenido, éstos deberán quedar insertados en el texto mismo, en los apartados correspondientes.

# 6

## Cierre y seguimiento del DAOM

---

### 6.1. El informe final

El informe final del diagnóstico será contrastado, en sus datos descriptivos, por la empresa receptora de dicho informe. Una vez finalizados estos trámites, el equipo de expertos elaborará su redacción definitiva y entregará la documentación final.

Es muy conveniente proponer al equipo directivo de la empresa que haga una sesión para presentar el estudio y las principales propuestas incluidas en el DAOM, así como para aclarar las dudas. Éste es un aspecto bastante importante, que suele proporcionar muy buenos resultados para introducir los programas de prevención y reducción de la contaminación, dentro de la gestión ambiental de la empresa.

Desde el punto de vista formal, es en la fase de cierre cuando se pueden dar como finalizados los trabajos de diagnóstico, ya que la implantación por parte de la empresa de las alternativas propuestas pertenece a otro orden de decisiones.

### 6.2. Plan de seguimiento

Lo peor que le puede pasar a un DAOM es que después de haberse convertido en un documento sustantivo quede olvidado en cualquier archivo o estantería de la empresa, sin que se le dé ningún tipo de utilidad práctica.

Pero en la mayoría de los casos no ocurre así. Hay que tener bien presente que la empresa ha elaborado el DAOM con la intención de disminuir su impacto medioambiental y de optimizar su gestión empresarial. Por lo tanto, los resultados presentados en el DAOM son demasiado atractivos para no seguir adelante.

Debe considerarse que, como ya se ha mencionado en los primeros capítulos, las opciones de prevención suelen poderse introducir de forma gradual.

Dicho esto, cabe subrayar los posibles efectos sinérgicos que puede tener la implantación de diversas alternativas.

En el momento en que la empresa ponga en marcha actuaciones para implantar las alternativas propuestas, sería conveniente asignar a un responsable interno que se encargue al mismo tiempo de tareas de revisión y de planificación; así, tendría que efectuar una revisión periódica

de los programas y acciones, verificar el grado de ejecución y los resultados de las medidas aplicadas y elaborar una programación anual por objetivos.

De este modo, la empresa puede garantizar que periódicamente se realizará la actualización del programa de minimización.

Como ya hemos dicho, las alternativas se pueden instaurar de manera progresiva. Ello posibilita obtener registros y evidencias de las mejoras conseguidas (reducción de las corrientes residuales, ahorros económicos conseguidos) a la vez que se habrá verificado el grado de coincidencia entre las expectativas previstas y los resultados finales.

Pero también se ha afirmado que la producción más limpia no es estática.

Hay que tener en cuenta que el desarrollo de tecnologías más respetuosas con el medio ambiente es un mercado emergente y, por tanto, cada día salen mejoras orientadas a la prevención y reducción de la contaminación en origen. Es por ello que, desde el punto de vista de una empresa, la prevención de la contaminación se ha de entender como un proceso de mejora continua que no debe terminar nunca y se ha de ir alimentando con el estudio y el control continuo de los procesos.<sup>36</sup>

**Figura 23**  
**PROCESO DE MEJORA CONTINUA**



---

<sup>36</sup> La dinámica de los procesos industriales hace que a medida que salgan nuevas tecnologías se deban redefinir las mejores técnicas disponibles (*Best Available Techniques*) para los diferentes sectores y, por tanto, las empresas tendrán que ir introduciendo estos cambios. A modo de ejemplo, en el caso de los países de la Unión Europea, la Directiva 96/61/CE de prevención y control integrado de la contaminación ya prevee este caso.

# 7

## Los DAOM y su relación con otras herramientas de gestión ambiental

---

Resulta innegable la interrelación entre distintas herramientas de gestión ambiental. Interrelación no significa incompatibilidad, sino, muchas veces, complementariedad si su utilización se realiza en la secuencia correcta, en el momento oportuno y con los objetivos adecuados a cada estadio del desarrollo permanente de la empresa.

### 7.1. Los DAOM y los diagnósticos de implantación de sistemas de gestión ambiental

Un sistema de gestión ambiental (SGA) es la parte del sistema de gestión general que comprende la política, los programas, los objetivos y las metas, la estructura organizativa, las responsabilidades, las prácticas, los procesos y los recursos para la gestión de los efectos medioambientales significativos de las organizaciones.

La implantación de un SGA se debe iniciar con un análisis preliminar global (diagnóstico o revisión inicial) que permite conocer la situación actual de la organización en relación con el medio ambiente. Cuando hablamos de algunos SGA certificables, dicho diagnóstico previo es obligatorio.

El diagnóstico debe revisar todas las actividades del centro en cuanto a entradas, procesos y salidas, así como organización. También debe identificar los impactos de relevancia y el grado de cumplimiento de los requisitos normativos medioambientales.

Servirá para identificar los puntos fuertes y débiles de la organización y será la base para establecer los objetivos del programa de gestión medioambiental de la empresa.

- A diferencia del DAOM, un diagnóstico con este objetivo no incorpora alternativas y opciones que faciliten la prevención y reducción de la contaminación en origen, sino que toma una fotografía de la situación actual de la empresa con respecto al medio ambiente y a los umbrales que reglamentariamente puedan estar establecidos. Así pues,
- El diagnóstico revisa el grado de cumplimiento de la legislación, hecho que no se incluye en los DAOM, tal y como ya se explica en los capítulos 3 y 4.
- Por su parte, el DAOM:
  - Puede suponer un buen punto de partida para implantar o desarrollar un SGA, ya que proporciona información en relación con los aspectos ambientales que deberán ser significativos y, por consiguiente, tenidos en cuenta por el SGA.

–Es una herramienta que facilita la identificación de los puntos susceptibles de mejora y que se enmarca en principio en el proceso de mejora continua que requiere un SGA.

## 7.2. Las auditorías ambientales y los DAOM

Aunque la definición de las auditorías ambientales (AA) como revisiones objetivas, sistemáticas y documentadas del comportamiento medioambiental de una organización puede ser válida para todos los países, justo es decir que existe una diversidad de enfoques, objetivos, requisitos y metodologías asociadas a esta herramienta de gestión ambiental y, por lo tanto, su planteamiento e implantación pueden variar de un país a otro.

- La finalidad de la revisión que se lleva a cabo cuando se realiza una AA en la empresa puede contemplar diversos objetivos según los también diversos planteamientos y el funcionamiento de la herramienta. Dichos objetivos pueden ser, por ejemplo, la detección de los incumplimientos de la organización con respecto a las normas de aplicación (requisitos que, además de la legislación propia, pueden incluir otras normas internacionales o de la organización que se audita<sup>37</sup>), la identificación de la contaminación generada y las ineficiencias que dificultan la mejora de su rendimiento; o la revisión de los procesos para detectar las oportunidades de reducción de la contaminación en origen y proponer alternativas de minimización viables, teniendo en cuenta siempre la viabilidad técnica y económica de las opciones que se consideren<sup>38</sup>.

Algunos de los objetivos de las AA descritos convergen con las finalidades del DAOM, que contempla una revisión de los procesos, de la generación de corrientes residuales y del consumo de recursos y los puntos donde es posible que existan oportunidades de reducción de la contaminación en origen y **propone alternativas de minimización viables**. Por otra parte, ambas herramientas se complementan, ya que el DAOM no aporta información sobre el grado de cumplimiento de la legislación por parte de la empresa.

- En cuanto a las variables y elementos de análisis que una AA puede incorporar, dependiendo de la definición que se dé a la AA en los distintos lugares, cabe mencionar los siguientes: la identificación de las corrientes residuales (origen, tipo, volumen, etc.), la identificación del consumo de recursos (materias primas, agua y energía), la identificación de las condiciones de seguridad laboral, la detección de puntos débiles (ineficiencias en el proceso, gestión inadecuada, etc.) y la detección de mejoras (encaminadas a la prevención y reducción en origen de la contaminación, a reducir el consumo de recursos y fomentar la eficiencia, a los tratamientos a final de línea, o a fortalecer la seguridad laboral y prevenir riesgos)<sup>39</sup>.

---

<sup>37</sup> Por ejemplo, la política ambiental definida por la empresa o el grupo de empresas al que se pertenece.

<sup>38</sup> A título de ejemplo, la *auditoría para la producción más limpia* que se utiliza en Turquía y la *auditoría ambiental* que se ha realizado en algunas empresas del Líbano contemplan todas las finalidades mencionadas y, por lo tanto, su definición de AA es muy amplia.

<sup>39</sup> En la identificación de mejoras, algunas AA que se utilizan en el Mediterráneo establecen unas prioridades claras y, de este modo, enfatizan el interés por prevenir y reducir en origen la contaminación frente a los tratamientos a final de línea (tal como

- En cuanto a la composición del equipo auditor, éste puede variar sustancialmente según el enfoque que tenga la AA. Así pues, en esta revisión pueden participar expertos externos, personal de la empresa o se puede dar una colaboración de ambos interlocutores<sup>40</sup>. Tal como se menciona en el apartado 3.3 de este manual, el DAOM ha sido concebido para que la realice un equipo de consultoría externo, estableciendo una relación viva con la empresa receptora del DAOM. En consecuencia, al relacionar las AA con el DAOM, se puede decir que las AA que dan prioridad a la evaluación por parte de expertos externos y cuentan con la colaboración del personal de la empresa, convergen con los propósitos del DAOM.
- Finalmente, en cuanto a la metodología y las herramientas para realizar una AA, se utilizan un abanico de instrumentos<sup>41</sup>, muchas veces comunes, que esencialmente pueden ser las visitas a la empresa, las entrevistas con el equipo directivo y el personal, y la cumplimentación de *checklists* a fin de obtener los datos de interés de la empresa, y se siguen una serie de etapas definidas que, en general, pueden contemplar la planificación y la organización de la AA, el asesoramiento previo, el asesoramiento exhaustivo, el estudio de viabilidad y, finalmente, la implantación<sup>42</sup>. Así pues, esta estructura en etapas es parecida a la estructura del DAOM, que se describe en los apartados 4 y 5 de este manual, donde se incluye información sobre la ejecución del DAOM y se presenta la estructura del documento.

### 7.3. Los DAOM y los análisis del ciclo de vida

El análisis del ciclo de vida (ACV) consiste en un conjunto de técnicas para identificar, clasificar y cuantificar las cargas contaminantes y los recursos materiales y energéticos asociados a un producto, un proceso o una actividad desde que se concibe hasta que se elimina. El ACV pretende evaluar y hacer efectivas las posibilidades de mejoras ambientales, partiendo de los valores de un inventario inicial que trata de detectar “todos” los impactos —asociados y asociables al producto—, evaluarlos y llevar a cabo procedimientos orientados a reducirlos.

---

lleva a cabo el DAOM) realizando al fin, en algunos casos, como el DAOM, un análisis de viabilidades de las opciones propuestas, tanto desde el punto de vista técnico como económico. En este caso, los asesoramientos a las empresas encaminados hacia la producción más limpia que se realizan en Túnez, las auditorías para la producción más limpia que se utilizan en Turquía y la auditoría ambiental que se ha realizado en algunas empresas del Líbano también contemplan estas prioridades.

<sup>40</sup> Por un lado, algunas revisiones, como la que se lleva a cabo en el proceso de automonitorización en empresas de Egipto, por ejemplo, contemplan la asistencia de consultores externos de forma marginal, sólo al iniciar la revisión de la empresa, fomentando la autoevaluación llevada a cabo por el propio personal de la empresa. Por otra parte, AA como las que se realizan en Turquía, el Líbano o Túnez se apoyan en la evaluación por parte de expertos externos, contando con la colaboración del personal de la empresa.

<sup>41</sup> El CAR/PL, mediante los Puntos Focales Nacionales, ha comparado los que se emplean en el Mediterráneo y que no difieren, lógicamente, de forma sustancial.

<sup>42</sup> Por ejemplo, las auditorías para la producción más limpia que se realizan en Turquía, llegan hasta la etapa de implantación.

El ciclo de vida de un producto comprende la extracción de las materias primas, la fabricación, el transporte, la utilización, la reutilización, el reciclaje y la disposición del desecho del producto. Éste es un aspecto que le proporciona un carácter muy particular, dado que presenta un fuerte componente transempresarial, lo cual incrementa notablemente la complejidad del análisis.

- Los DAOM y los ACV proporcionan información técnica y económica sobre las opciones existentes, pero mientras los DAOM se centran en la empresa y las actuaciones de prevención y reducción de la contaminación en origen, el ACV incorpora los efectos ambientales identificados con toda la extensión geográfica y temporal que se acepte en los límites del estudio.
- Ambas herramientas tienen como finalidad última evaluar y llevar a cabo los procedimientos orientados a reducir los impactos ambientales asociados.
- Aunque el DAOM es una herramienta más sencilla que el ACV (aunque también más ágil, rápida y económica), la información recogida en un DAOM puede ser de una gran utilidad para posteriores ACV realizados para aquel mismo proceso o para un producto manufacturado por un proceso analizado en el DAOM.

#### 7.4. El DAOM y los acuerdos voluntarios

Para la consecución de un desarrollo sostenible, la colaboración y la responsabilidad compartida entre los distintos estamentos implicados son elementos muy importantes. Dentro de este marco, en los últimos años se ha fomentado la firma de acuerdos voluntarios entre la Administración y las empresas y asociaciones de empresas<sup>43</sup>.

Dichos acuerdos pueden tener como finalidad establecer un período de tiempo para conseguir unos determinados niveles de vertidos, emisiones o generación de residuos por parte de una empresa concreta o un sector empresarial. Durante este período de tiempo, la empresa o empresas adoptarán las mejoras necesarias para llegar a las metas pactadas.

Estos acuerdos también pueden tener un sentido más amplio y buscar la colaboración de los implicados para establecer las medidas técnicas y organizativas que contribuyen a la mejora ambiental continua del sector, y unos objetivos coherentes con las realidades empresariales y las mejoras alcanzables por éstas, evitando la implantación de medidas de *command & control*.

- Los objetivos que orientan el desarrollo de un DAOM no están enmarcados en principio en la legislación, sino que se basan exclusivamente en criterios voluntarios de mejora para la reducción de las corrientes residuales. Las alternativas de prevención y reducción de la contaminación en origen recomendadas en el DAOM pueden evitar el sobredimensionamiento de instalaciones correctivas e, incluso, obviarlas.
- Dada su agilidad y sus objetivos de prevención, parece conveniente que los firmantes de un acuerdo voluntario, antes de dedicarse a tratar y gestionar indefinidamente determinadas corrientes residuales, empiecen por explorar las vías posibles de prevención y reducción de la contaminación en origen que ofrecen los DAOM.

---

<sup>43</sup> Agencia Europea de Medio Ambiente. *La efectividad de los acuerdos ambientales*. Serie de cuestiones ambientales, n.º 3, Vol. 1, 1997.

# 8

## ANEXO 1: Grupos de trabajo

---

El grupo de trabajo es una herramienta destinada al estudio de las alternativas de reducción en origen de la contaminación de un sector industrial o de un área geográfica.

El grupo de trabajo está formado por distintas empresas de un mismo sector o subsector industrial o de una misma área geográfica, un experto y, en ciertas ocasiones, la asociación de empresas, gremio o agrupación local que presta apoyo logístico al proyecto<sup>44</sup>.

Un grupo de trabajo se puede formar a iniciativa del propio grupo de empresas, de una asociación o gremio, de una cámara de comercio, etc. Se considera que el número ideal de empresas participantes oscila entre 6 y 12 para que sea posible beneficiarse de las sinergias que se producen en el trabajo conjunto entre empresas con intereses comunes. Se consigue, al mismo tiempo, una buena operatividad para todos los participantes. La duración de un grupo de trabajo es de unos seis meses aproximadamente.

El grupo de trabajo incluye los elementos siguientes:

- Reuniones periódicas del grupo en las que se potencia el intercambio de experiencias y conocimientos y se discuten las posibles alternativas más recomendables desde un punto de vista medioambiental para un sector o área geográfica concretos; se presentan tecnologías limpias, productos alternativos, etc., para todas las empresas y se invita a especialistas para que desarrollen temas específicos relacionados con una parte del proceso industrial, con un tipo de material empleado en el mismo, etc.

Un experto prepara y conduce las reuniones, con la asistencia de un representante de cada empresa, en las que se crea un clima de confianza que facilita el intercambio de experiencias.

Las empresas que participan en el grupo de trabajo han de ser lo suficientemente homogéneas para que se puedan hallar temas de interés común.

- Ejecución de un DAOM individual a cada una de las empresas participantes, con el objetivo de determinar las opciones con las que cada empresa cuenta para prevenir la contaminación en origen y proponer las recomendaciones oportunas.

---

<sup>44</sup> Si la Administración ambiental también promueve estas actuaciones y participa en el proyecto, éste puede verse reforzado y pueden obtenerse resultados mejores.

- La elaboración de un informe final, que incluye un agregado de los temas tratados en las reuniones y una descripción del sector o del área geográfica, incluyendo la descripción de las alternativas de prevención de la contaminación existentes y su grado de aplicación actual.

Así, el resultado de un grupo de trabajo es doble. Por un lado, cada empresa dispone de su diagnóstico, el cual le ha de permitir encauzar los proyectos de prevención de la contaminación que consideren adecuados; por otro lado, se obtiene un documento que recoge, de forma global, aquellas oportunidades detectadas y las recomendaciones efectuadas para cada caso, que en muchas ocasiones podrán identificarse y reproducirse en otras empresas.

En cuanto a los beneficios que un grupo de trabajo puede aportar, la participación de una empresa en un grupo de trabajo le permite disponer de un DAOM centrada en su proceso productivo, intercambiar experiencias y conocimientos con otras empresas y con los expertos contratados y conocer su situación medioambiental en relación con el sector.<sup>45</sup>

Para las asociaciones empresariales de carácter sectorial o local, la realización de un grupo de trabajo aporta, por un lado, el conocimiento del sector o área geográfica, sus repercusiones ambientales y las alternativas de minimización aplicables y, por otro lado, el conocimiento de las preocupaciones y los intereses de las empresas participantes y la posibilidad de formalizar acuerdos voluntarios.

---

<sup>45</sup> Si un experto de la Administración también participa en las reuniones será más fácil que la Administración conozca las preocupaciones del sector industrial o del área geográfica estudiada.

# 9

## ANEXO 2: Análisis de las viabilidades técnica y económica

---

### 9.1. Proceso de análisis

Una vez identificadas las oportunidades de mejora, hay que proceder a evaluar la viabilidad dentro de la empresa diagnosticada. El objetivo de este análisis consiste en proporcionar información básica a la empresa sobre las implicaciones técnicas y económicas que ello supondría. De este modo, y en función de una serie de factores, como es el caso de los recursos económicos, los recursos humanos, la cultura organizativa, la estacionariedad de la actividad, etc., la empresa puede decidir la estrategia de implantación de las diferentes alternativas propuestas.

Para que esta evaluación siga un orden lógico, analizaremos en primer lugar la **viabilidad técnica**, ya que según el resultado de este análisis, la alternativa que se desea implantar podría ser rechazada.

Si después de esta evaluación de la viabilidad técnica se concluye que no existen grandes dificultades para que se implante, se procederá a evaluar la **viabilidad económica**, para proporcionar a la empresa diagnosticada una información adecuada sobre los aspectos económicos que implicaría la aplicación de la alternativa.

En la *Figura 24* se muestran los criterios que se aplican en el proceso de análisis de las viabilidades; dichos criterios son indicativos, y el experto puede modificarlos en función de la realidad de cada país.

### 9.2. Viabilidad técnica

El experto, al evaluar la viabilidad técnica, debe tener en cuenta la particularidad de cada empresa, puesto que está sujeta a condiciones especiales que podrían suponer la imposibilidad de implantar la alternativa analizada debido a las condiciones particulares de la empresa.

Alguna de las implicaciones técnicas resultan fácilmente salvables mediante pequeños cambios en las instalaciones que el experto debe valorar económicamente.

Los aspectos que es preciso analizar, como mínimo, son los siguientes:

- Los cambios que las alternativas aplicadas pueden suponer sobre el producto, y que varían la función para la cual éste fue diseñado.

- La disponibilidad de espacio en la planta para las instalaciones adicionales que se requieran.
- El tipo de preparación que se precisa para las instalaciones adicionales, así como los servicios que se necesitarán para su implantación (agua para procesos, agua para refrigeración, vapor, electricidad, aire comprimido, gas inerte, etc.).
- El tiempo necesario para la instalación y la puesta en marcha, detallando la disminución de la producción que se producirá por la parada de la línea afectada.
- La flexibilidad del nuevo proceso en la fase de producción de cara a introducir nuevos cambios en un futuro.
- Compatibilidad de la alternativa propuesta con la propia cultura de la empresa.
- Conocimiento suficiente de la tecnología propuesta, grado de especialización necesario y personal que se requiere para que funcione.
- Disponibilidad de los suministradores para los nuevos procesos, así como para los nuevos equipos y materiales que se utilizarán.
- Mantenimiento que necesiten los nuevos equipos, y proveedores para llevarlo a cabo.
- Implicaciones legales y administrativas de todos los cambios.

### 9.3. Viabilidad económica

Este análisis tiene como objetivo valorar los principales aspectos económicos que implicaría la implantación de la alternativa para la empresa.

Teniendo en cuenta que el DAOM es una herramienta ágil y que se centra en facilitar a la empresa diagnosticada la información más relevante, no tendría sentido que este análisis económico englobara todos los factores que afectan de un modo directo o indirecto a la rentabilidad futura de la empresa, porque esta profundización convertiría el informe resultante del DAOM en un documento demasiado extenso, y quizás ilegible y poco comprensible en algunos casos.

Aún así, los elementos, que se exponen a continuación, no se pueden obviar cuando el objetivo es analizar la viabilidad económica de cada alternativa que se tiene que implantar.

Existe gran cantidad de herramientas que han sido desarrolladas, pero la más básica y, al mismo tiempo, la más adecuada para utilizar en el DAOM es el período de retorno de la inversión.

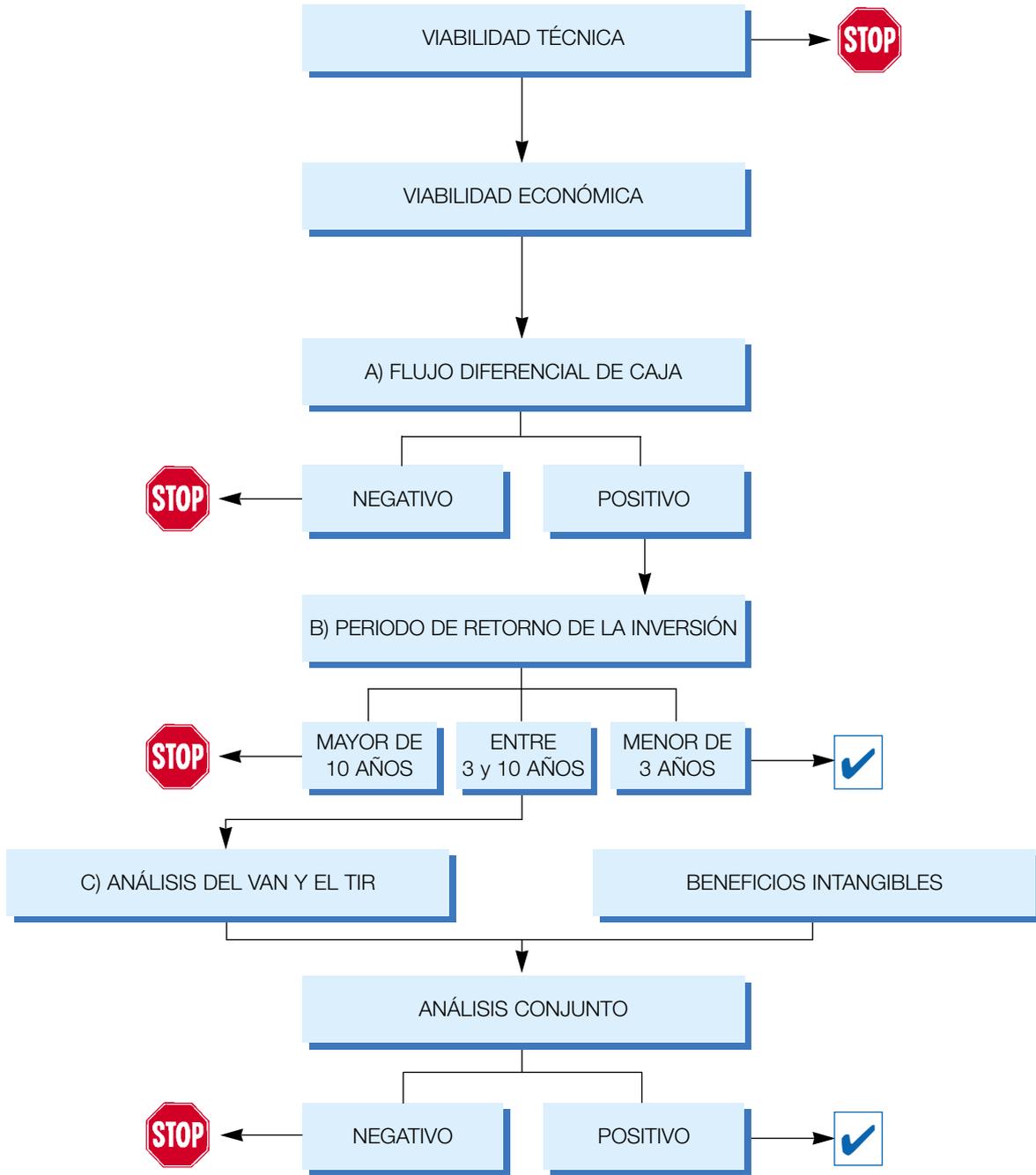
#### 9.3.1. *Período de retorno de la inversión (PRI)*

Lo definimos como el tiempo necesario para que el flujo de caja diferencial acumulado compense la inversión realizada para el proyecto.

Definimos el flujo de caja diferencial como el ahorro neto imputable a la implantación de la alternativa propuesta en comparación con el actual proceso productivo.

De este modo, el empresario puede conocer el momento a partir del cual los cambios introducidos en su empresa empezarán a generar beneficios netos para su cuenta de explotación.

**Figura 24**  
**PROCESO DE ANÁLISIS DE VIABILIDADES**



Lo calculamos del siguiente modo:

$$PRI = \frac{\text{INVERSIÓN REALIZADA}}{\text{FLUJO DE CAJA DIFERENCIAL}}$$

El resultado de este cambio es un período de tiempo, y lo valoraremos como económicamente atractivo cuando sea inferior a tres años. Si este PRI fuese superior a tres años, proponemos que la empresa profundice en el análisis económico con las herramientas que se exponen a continuación.

Para realizar el cálculo del PRI, como mínimo se deben considerar las siguientes partidas:

### **Inversiones y sus costes derivados:**

Recogen todas las inversiones necesarias para implantar la alternativa:

COMPRA DE EQUIPOS PARA PROCESOS precio / impuestos, seguros, derechos de aduana / recambios / transporte
MATERIALES Y PREPARACIÓN DEL EMPLAZAMIENTO demolición, desmontaje / edificios y accesos / materiales eléctricos / tuberías / aislamientos
CONEXIONES CON LOS SERVICIOS PÚBLICOS electricidad, gasoil / vapor / refrigeración y agua para refrigeración / agua para procesos / planta de aire / gas inerte
INSTALACIONES ADICIONALES almacenamiento / salida de productos / laboratorios, análisis
INGENIERÍA, CONSULTORÍAS
CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN suministrador / contratista / montador / dirección de obra / equipo propio
PUESTA EN MARCHA suministrador / contratista / montador / entrenamiento / pruebas piloto
FORMACIÓN DEL PERSONAL
LICENCIAS Y PERMISOS
COMPRA DE ROYALTIES, PATENTES E I+D
IMPUESTOS DERIVADOS (+/-)
IMPREVISTOS

## Gastos de explotación

Recogen todas las variaciones de los gastos de explotación que pueden producirse al implantar la alternativa, y que supondrán un flujo de caja distinto para la empresa.

DISMINUCIÓN DE COSTES POR TRATAMIENTO/ELIMINACIÓN impuestos / costes de transporte / costes por tratamiento interno (incluye recogida) / costes por tratamiento externo / costes de material de almacenamiento / costes de análisis / costes de licencia
VARIACIÓN DE COSTES DE MATERIAL DE ENTRADA materias primas / aditivos / productos auxiliares
VARIACIÓN DE COSTES DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS electricidad, gasoil / vapor / refrigeración de procesos y general / agua para procesos / planta de aire / gas inerte
DISMINUCIÓN EN COSTES DE OPERACIÓN Y TRATAMIENTO INTERNO mantenimiento / limpieza / personal
DISMINUCIÓN DEL COSTE DE SEGUROS
DISMINUCIÓN DE COSTES DE NO CALIDAD

### 9.3.2. Otras herramientas de valoración de la rentabilidad

Estas herramientas se utilizarán en el análisis de viabilidades del DAOM, cuando se considere necesario y en función de los criterios establecidos en este anexo.

#### 9.3.2.1. Valor actual neto (VAN)

Es el valor actualizado de los beneficios diferenciales que se generan cada año.

Representa los beneficios que se generarán durante la vida de la inversión, medidos a su inicio.

$$\text{VAN} = \sum_{i=0}^n \left[ \frac{\text{BENEFICIOS DIFERENCIALES (i)}}{(1+r)^i} \right] - \text{INVERSIÓN}$$

$r$ : tipo de interés (es el coste del dinero para la empresa, o el coste de oportunidad de sus recursos financieros)

$n$ : vida útil de la inversión analizada

$i$ : suma de todos los años de vida del proyecto ( $n$ ), considerando como año 0 el año en que se inicia la inversión

El VAN ha de ser positivo, porque ello significa que la inversión es rentable y, cuanto mayor sea su valor, más interesante resultará la inversión desde el punto de vista económico.

### 9.3.2.2. Tasa interna de rentabilidad (TIR)

Es el interés al cual el valor actualizado de los beneficios diferenciales acumulados cada año iguala el valor de la inversión realizada.

Lo calculamos igualando el VAN a cero.

$$0 = \sum_{i=0}^n \left[ \frac{\text{BENEFICIOS DIFERENCIALES (i)}}{(1 + \text{TIR})^i} \right] - \text{INVERSIÓN}$$

*n*: vida útil de la inversión analizada

*i*: suma de tots els anys de la vida del projecte (*n*), considerant com a any 0 l'any que s'inicia la inversió

### 9.3.2.3. Beneficios intangibles

El empresario, en el momento de tomar la decisión de implantar un cambio en su sistema productivo, precisa elementos objetivos y valorables para encaminar su actuación, pero no puede olvidarse nunca de una serie de beneficios que, de forma paralela, se generan para su empresa y que se derivan de este cambio. Son lo que denominamos beneficios intangibles.

Son difícilmente cuantificables y, habitualmente, sólo se pueden valorar mediante criterios cualitativos.

En muchas ocasiones, son tan importantes o más que el propio análisis de rentabilidad; de ahí que puedan ser determinantes en el momento de implantar una alternativa que aparentemente no es lo suficientemente rentable.

Los beneficios intangibles más habituales que se generan como resultado de la implantación de alternativas de prevención y reducción de la contaminación son los siguientes:

- Impacto sobre el medio ambiente.
- Mejora de la competitividad con respecto al resto del sector.
- Mejora de la calidad del producto.
- Mejora de la imagen de la empresa y de su relación con proveedores, clientes, Administración y vecinos.
- Mejora del control del proceso productivo y del conocimiento para otras futuras acciones.
- Disminución del riesgo de sanciones.
- Efecto sobre la salud de los trabajadores.
- Mejora de las condiciones laborales, disminución del riesgo de accidentes y aumento de la satisfacción del personal, así como de su formación.
- Facilita el cumplimiento de la legislación futura.
- Disminución de posibles responsabilidades futuras a causa de los residuos y de las emisiones generadas por la empresa, como es el caso de accidentes en el transporte de residuos, fugas en los depósitos de almacenamiento que pueden generar contaminación de suelos, etc.

**Evaluación de las oportunidades de reducción y de reciclaje en origen y otras formas de prevención de la contaminación<sup>46</sup> generada en el establecimiento industrial de la empresa Decayprint, SA<sup>47</sup>**

---

<sup>46</sup> Hay que tener en cuenta que las oportunidades de reducción y reciclaje en origen y otras formas de prevención de la contaminación que se muestran en este anexo son aplicables a este ejemplo en concreto, y pueden ser menos recomendables en otros casos en los que, en función de las características de la empresa y el lugar donde ésta esté ubicada, otras oportunidades pueden ser más viables, desde el punto de vista técnico y económico, y pueden reportar más beneficios.

<sup>47</sup> Este ejemplo se ha extraído del informe final de un DAOM realizado por la empresa BIOMA CONSULT con su consentimiento. Por motivos de confidencialidad de la empresa diagnosticada, el nombre y los datos de la empresa, así como los datos numéricos, han sido modificados. Por idénticos motivos no se han incluido los anexos 1, 2, 3, 4 y 5 del DAOM.



# Índice

---

1. Introducción. Antecedentes .....	79	distintas fases del proceso. Causas de la generación, gestión actual .....	96
2. Descripción general de la empresa ....	79	4.1. Residuos .....	96
2.1. Consumo de materias primas	81	4.2. Aguas residuales .....	97
2.2. Consumo de materias auxiliares y energía .....	81	4.3. Emisiones a la atmósfera .....	98
3. Descripción del establecimiento industrial, de los procesos de fabricación y de las actividades que se diagnostican .....	83	4.4. Generación de contaminantes por áreas o actividades .....	101
3.1. Descripción del establecimiento industrial .....	83	4.5. Costes de gestión actuales de los contaminantes generados	104
3.2. Descripción de los equipos .....	84	5. Descripción de las alternativas recomendadas y de su viabilidad técnica y económica .....	104
3.3. Descripción detallada del proceso productivo .....	87	5.1. Reducción en origen .....	106
3.4. Gestión de stocks .....	95	5.2. Recuperación y reciclaje .....	123
3.5. Buenas prácticas .....	95	6. Otras consideraciones .....	126
4. Enumeración y descripción de las corrientes residuales generadas en las		7. Cuadro resumen de las alternativas de minimización .....	128

Anexo 1: Mapa de situación *(no incluido)*

Anexo 2: Esquema de la nave de producción *(no incluido)*

Anexo 3: Especificaciones técnicas de los equipos *(no incluidas)*

Anexo 4: Especificaciones técnicas sobre consumos de materias primas *(no incluidas)*

Anexo 5: Hojas de trabajo *(no incluidas)*



## 1. Introducción. Antecedentes

La empresa **DECAYPRINT, SA**, tiene el centro de producción en el municipio de [REDACTED] y un almacén en el municipio de [REDACTED]. Se trata de una PYME dedicada a la aplicación industrial de pintura para terceros, sobre superficies de plástico, para el sector de la automoción.

Como empresa comprometida con la mejora continua en todos sus ámbitos, desde hace un tiempo, DECAYPRINT, SA ha implantado un sistema de gestión de la calidad ISO 9002.

Recientemente, la empresa ha tenido la voluntad de encaminarse hacia una gestión integral de todos los aspectos medioambientales de su actividad mediante la implantación y el desarrollo de los sistemas ISO 14001 y EMAS. Como paso previo a esta implantación, DECAYPRINT, SA ha llevado a cabo la presente ***Evaluación de las oportunidades de reducción y de reciclaje en origen, así como de otras formas de prevención de la contaminación***, entendiendo la minimización como la herramienta primaria del sistema de gestión medioambiental.

## 2. Descripción general de la empresa

Con un volumen de facturación anual <2,2 millones de Euros, la plantilla de DECAYPRINT, SA está formada por unos 35 trabajadores, 30 de los cuales trabajan en el proceso productivo. La actividad productiva se realiza durante 222 días al año, en un único turno de trabajo, con un horario laboral diario de 8 h 30 min. La parte productiva de la empresa acostumbra a cerrar en agosto y algunos días en diciembre. Estos períodos se utilizan para llevar a cabo algunas operaciones de mantenimiento. En la tabla siguiente se resumen estos datos.

**Tabla 1**

Datos generales	
Facturación anual	<2,2 millones de €
Número total de trabajadores	35
Número de trabajadores en proceso	30
Días de trabajo al año	222
Número de turnos de trabajo	1
Horario laboral	8 h 30 min
Período de vacaciones	Agosto y días en diciembre

La actividad de DECAYPRINT, SA se desarrolla en dos líneas de pintura en continuo y una cabina estática utilizada para series muy cortas. El material de base sobre el que se realiza la aplicación es, en todos los casos, el plástico.

La línea 1 dispone de 3 cabinas, donde se aplica la imprimación, el color y el barniz. La línea 2 dispone de 2 cabinas, donde se aplica el color y el barniz. Ambas líneas cuentan con cabinas presurizadas con cortina de agua, equipadas con filtros para el agua y para el aire que entra y sale de la cabina.

La cabina estática funciona en seco y dispone de filtros de aire para la entrada y para la salida.

En las 6 cabinas, las aplicaciones de pintura se efectúan manualmente utilizando pistolas con proyección de aire comprimido caliente.

La empresa utiliza pintura líquida, casi siempre pinturas acrílicas y poliésteres de dos componentes.

El material de base sobre el cual se aplica la pintura, tal como se ha dicho, siempre es el plástico. En la *Tabla 2* se suministra información sobre los diferentes tipos de plástico y su porcentaje de aplicación.

**Tabla 2**

Tipo de plástico	Porcentaje de aplicación
Acilonitrilobutadienoestireno (ABS)	70
Tereftalato de polibutileno (PBTP)	20
Polipropileno (PP)	<10
Policarbonato y poliamida (PA)	Resto

## 2.1. Consumo de materias primas

El hecho de que DECAYPRINT, SA trabaje única y exclusivamente para terceros condiciona la compra de las materias primas. En este sentido, hay que remarcar que las materias utilizadas en el proceso (tipo y marca de pintura, cantidad comprada, etc.) siempre vienen prefijadas por el cliente, que es también quien suministra a la empresa los diversos tipos de plástico que se tienen que pintar.

En lo que respecta a los disolventes de aplicación, se utilizan los recomendados por los fabricantes de pintura, tanto en invierno como en verano.

Las materias primas utilizadas son de las marcas [REDACTED] (imprimación), [REDACTED] y [REDACTED] (pintura), y [REDACTED] (barniz y disolvente de aplicación).

El consumo anual de materias primas de DECAYPRINT, SA, es el que figura en la *Tabla 3*. Estos datos, al igual que el resto, han sido proporcionados por la empresa y corresponden al año 1997.

**Tabla 3**

Materia prima	Consumo anual (kg)	Suministrador	Precio (€/kg)	Coste año (€)
Imprimación (pintura base)	6.020	***	6,01	36.180
Catalizador (imprimación)	1.500	***	9,01	13.515
Color (pintura base)	23.000	***	6,01	138.230
Catalizador (color)	Sin datos	***	Sin datos	Sin datos
Barniz (pintura base)	8.000	***	5,4	43.200
Catalizador (barniz)	2.000	***	9,01	18.020
Disolventes de aplicación	6.000	***	2,40	14.400
Alcohol isopropílico	500	Varios	3,00	1.500
Agua destilada	450.000	Varios	16,82 €/m <sup>3</sup>	7.569
<b>Total</b>	497.020	—	—	272.614

## 2.2. Consumo de materias auxiliares y energía

Las principales materias auxiliares utilizadas en DECAYPRINT, SA y su consumo anual (datos de 1997), así como su precio de compra, figuran en la *Tabla 4*.

El disolvente de limpieza de los equipos de aplicación que utiliza la empresa es de la marca [REDACTED].

**Tabla 4**

<b>Materia auxiliar</b>	<b>Consumo anual</b>	<b>Precio unitario (€)</b>	<b>Coste/año (€/año)</b>
Disolvente de limpieza de equipos	23.000 l	0,6	13.800
Aceite sintético (para calentar el horno)	200 l	6,01	1.202
Propano (activado superficie polipropileno)	2,5 bombonas	9,01	22,5
Gas natural (quemador del horno)	91.060 m <sup>3</sup>	0,27	24.586
Energía eléctrica	374.244 kWh	0,09	33.682
Agua de red (cabinas)	50 m <sup>3</sup>	1,35	67,5
Papel de lija	5.000 u.	0,24	1.200
Pastas de pulir	500 u.	1,2	600
Etiquetas	700.000 u.	0,03	21.000
Air-cel para envolver producto final	50.000 u.	0,18	9.000
Cajas de cartón para producto final	2.000 u.	6,6	13.200
Antihumectante (agua de lavado)	150 l	5,28	792
Floculante (agua de cabinas)	1,5 kg/cabina/día	3,3	6.593
Biocida (agua de cabinas)	2 kg/cabina/día	1,02	2.717
Trapos de limpieza de piezas	700 kg	1,8	1.260
<b>Total</b>	—	—	129.722

Con todo ello, el coste anual total de la empresa en los diversos consumos, tanto de materias primas como de materias auxiliares, agua y energía, es de unos 420.000 Euros.

### **3. Descripción del establecimiento industrial, de los procesos de fabricación y de las actividades que se diagnostican**

#### **3.1. Descripción del establecimiento industrial**

##### **3.1.1. Descripción general**

DECAYPRINT, SA ocupa, aproximadamente, unos 2.200 m<sup>2</sup>, repartidos entre la nave principal, la de producción, el almacén de piezas de plástico, las zonas de almacenamiento de pinturas y materias auxiliares y el patio exterior.

##### **3.1.2. La nave de producción**

En la nave de producción, que ocupa 1.400 m<sup>2</sup>, encontramos las dos líneas de pintura en continuo, la cabina de aplicación estática, las zonas de colocación de calcas sobre el plástico ya pintado, las áreas de pulido y de limpieza manual de las piezas antes de pintarlas, las oficinas, la zona de control de calidad, la sala de mezclas, los servicios sanitarios, un compresor y un quemador de gas.

Las diferentes áreas de trabajo de la nave están delimitadas por líneas amarillas, delimitación que respeta el personal que trabaja en ella. La nave también se utiliza como almacén de piezas para distribuir, cuando éstas no se distribuyen directamente al salir del proceso. La impresión de conjunto es de ocupación plena de todo el espacio disponible.

En algunas zonas de la nave, especialmente en la zona de limpieza manual de piezas con disolvente, se percibe olor a disolvente.

Las dos líneas de pintura están casi completamente cerradas. La nave tiene seis chimeneas que salen, cada una de ellas, de una de las cabinas de pintura, así como tres salidas de aire al exterior de la nave procedentes de la línea 1 y cuatro salidas de aire al exterior de la nave procedentes de la línea 2. Estas salidas, cada una de las cuales cuenta con un extractor de 1/4 CV, ventilan las zonas de secado de las líneas, al salir de las cabinas de pintura, y los hornos de polimerización.

##### **3.1.3. El almacén de las piezas de plástico que se tienen que pintar**

A unos 150 metros de la planta, DECAYPRINT, SA tiene un almacén para las piezas de plástico que se han de pintar (piezas nuevas y piezas desechadas por calidad que se han de pintar de nuevo).

Las piezas recién recibidas se almacenan, tal como llegan, en palets, retractilados y en cajas de cartón, en la mitad del almacén más próxima a la entrada principal. En algunas ocasiones, las piezas llegan en jaulas metálicas.

Por su parte, las piezas de plástico que hay que pintar vienen envueltas en un film de polietileno y polipropileno. En el almacén, se les quita la caja de cartón y las piezas se colocan en cajas de plástico, de unos 800 litros de capacidad, para llevarlas a producción.

Las piezas desechadas por déficits de calidad, si hay prisa, se pulen en una zona del almacén próxima a la puerta. Estas piezas se almacenan separadas por un pasillo de las piezas que aún no han pasado por las líneas de pintura.

Algunos clientes aceptan que se les devuelvan las piezas ya pintadas dentro de la caja de cartón del envío, con lo cual se lleva a cabo su rotación. El resto de cajas de cartón se tira. El film de plástico que envuelve las piezas también se tira cuando se separa de las piezas.

El almacén lo gestiona el responsable, que cuenta con 2 operarios. Existe un procedimiento de gestión del almacén. La salida del material almacenado se efectúa de acuerdo con unas órdenes de trabajo y mediante un transporte externo, alquilado por la empresa.

Si se detecta que alguna de las piezas que se han de pintar no se halla en perfectas condiciones —está rayada, rota, etc.—, el personal responsable del almacén la retira para devolverla al proveedor.

#### **3.1.4. La zona de almacenamiento de pinturas y los vestuarios**

Al lado de la nave principal —la de producción— se encuentra una plataforma al mismo nivel, delante de la entrada principal, donde están los vestuarios y los almacenes de pintura y de materiales accesorios. Las dos instalaciones están formadas por una fila de base de módulos metálicos prefabricados, de unos 40 m<sup>3</sup> cada uno, cerrados y alineados.

El almacén de pinturas, al disponer de un recubrimiento aislante especial, está preparado para mantener la pintura dentro de unos márgenes de temperatura adecuados, tal como exige la normativa para el almacenamiento de pinturas, y para que ésta no pierda sus propiedades.

#### **3.1.5. El patio, la zona de almacenamiento de utillajes y la de residuos**

En el patio exterior, que está aproximadamente un metro más abajo que la nave y es descubierto, encontramos el aparcamiento, la zona de almacenamiento de residuos y la zona de almacenamiento de utillajes. Se trata de una zona no pavimentada, compartida con algunas empresas vecinas.

Los residuos se almacenan al descubierto, en un contenedor de banales sin tapa. Una gran cantidad de residuos, que no cabe en el contenedor, se apila al lado, en el suelo. Principalmente, hay cartones y palets de madera apilados, así como costras de pintura procedentes de las cabinas y de otros residuos.

Al lado de los residuos apilados, la empresa almacena, también al descubierto, algunos utillajes para colgar las piezas en las líneas de pintura.

### **3.2. Descripción de los equipos**

#### **3.2.1. Las líneas de pintura**

La empresa cuenta con dos líneas de pintura.

### 3.2.1.1. *La línea de aplicación de pintura 1*

La línea de pintura 1, que es la más antigua, consta de los siguientes elementos:

- Zona de limpieza con isopropileno, preparación y colgado de las piezas.
- Túnel de lavado con agua destilada y humectante.
- Horno de secado a 50°C.
- Instalación de secado por aire a presión.
- Instalación de proyección de aire desionizado para eliminar la electricidad estática del plástico.
- Cabina de aplicación de pintura 1.
- Horno para el estufado a 80°C, durante 25-30 minutos.
- Sala de verificación.
- Cabina de aplicación de pintura 2.
- Zona de tránsito de las piezas hacia la cabina 3.
- Cabina de aplicación de pintura 3.
- Horno de polimerización: 70-80°C, velocidad de paso de 0,5 m/min.
- Zona de verificación final.

### 3.2.1.2. *La línea de aplicación de pintura 2*

La línea 2, que está cerrada prácticamente en su totalidad, consta de:

- Zona de colgado, a cuyo lado se realiza la limpieza manual de las piezas con isopropileno.
- Cabina de aplicación de pintura 1.
- Zona de tránsito de las piezas a la cabina 2.
- Cabina de aplicación de pintura 2. A esta cabina se le ha adjuntado un mezclador automático de barniz y disolvente; lo que presenta la ventaja de que nunca sobra barniz sin utilizar y disminuye los residuos generados en las operaciones de pintado.
- Zona de tránsito de las piezas hacia el horno de polimerización.
- Horno de polimerización: 70-80°C, velocidad de paso de 0,4 m/min.
- Zona de verificación final.

## **3.2.2. Las cabinas de pintura**

La empresa dispone de dos tipos diferentes de cabinas de pintura: las cabinas de las líneas de pintura y la cabina estática.

### 3.2.2.1. *Las cabinas de las líneas de pintura*

Las cabinas de las líneas se presurizan con cortina de agua y disponen de prefiltros, *plénum* (filtro superior) y filtro de ratera (tras la cortina de agua).

Las cabinas de la línea 1 tienen unos 4 m<sup>3</sup> de agua/cabina, mientras que las de la línea 2 tienen unos 3 m<sup>3</sup> de agua/cabina.

Cada cabina dispone de filtros secos para filtrar el aire exterior. Los filtros del *plénium* se cambian cada 6 meses, mientras que los prefiltros (impulsan el aire) cada 3 meses, ya que se ensucian de polvo. Los filtros de ratera se cambian cada día, por norma. Dos personas externas limpian las cabinas cada noche.

#### 3.2.2.2. *La cabina estática*

La cabina estática funciona en seco (no es de cortina de agua) y dispone de sistemas de filtrado tanto del aire entrante como del saliente de la cabina.

### **3.2.3. *Los equipos de mezcla y de aplicación de pintura***

La empresa dispone de un único equipo automático de mezclas, que se utiliza para preparar el barniz aplicado a la cabina 2 de la línea 2.

Como equipos de aplicación de pintura, la empresa dispone de:

- 6 bombas de pulverización,
- 6 pistolas de aplicación,
- Calentadores de aire a presión.

#### 3.2.3.1. *El equipo de mezcla*

La empresa dispone de un único equipo de mezcla, que se utiliza para preparar el barniz aplicado a la cabina 2 de la línea 2. Actualmente, este equipo se halla en fase de prueba. La empresa está planteándose utilizar equipos automáticos de mezcla para la imprimación y la pintura.

El equipo que se utiliza actualmente es un “██████████”, de la firma ██████████, dosificador y mezclador de dos componentes.

La utilización de equipos automáticos de mezcla tiene principalmente 3 ventajas:

- Nunca se prepara exceso de pintura, por lo cual se reduce su consumo, así como la generación de residuos y se reduce el coste de la gestión.
- Se reduce el consumo de disolvente de limpieza (frente al consumo de disolvente de limpieza en la preparación manual, que comporta la limpieza de los botes donde se ha hecho la mezcla, etc.) y se reduce el gasto en disolvente y el coste de gestión de disolvente residual.
- Se pinta con una calidad constante, porque la relación de mezcla es controlable.

#### 3.2.3.2. *Los equipos de pulverización y aplicación*

Las bombas de doble membrana 001.085-DP alimentan pintura, imprimación o barniz mezclado con aire comprimido en las pistolas. Las pistolas utilizadas son de tipo HVLP<sup>48</sup>, de la firma ██████████, con proyección de aire comprimido caliente (disponen de calentadores de aire) y trabajan a una presión de unos 5-6 kg/cm<sup>2</sup> y un caudal de 75 m/min.

---

<sup>48</sup> HVLP son las siglas de *High Volume Low Pressure*, son pistolas a presión.

### 3.2.4. Los hornos

En la nave hay cuatro hornos:

- El horno de secado de las piezas después del lavado en el túnel en la línea 1. Este horno de secado trabaja a 50°C.
- El horno de estufado (secado de la capa de imprimación) de la línea 1. Este horno trabaja a 80°C y las piezas están dentro durante 25-30 minutos.
- El horno de polimerización de la línea 1. Este horno trabaja a 70-80°C y con una velocidad de paso de 0,5 m/min.
- El horno de polimerización de la línea 2. Este horno trabaja a 70-80°C y con una velocidad de paso de 0,4 m/min.

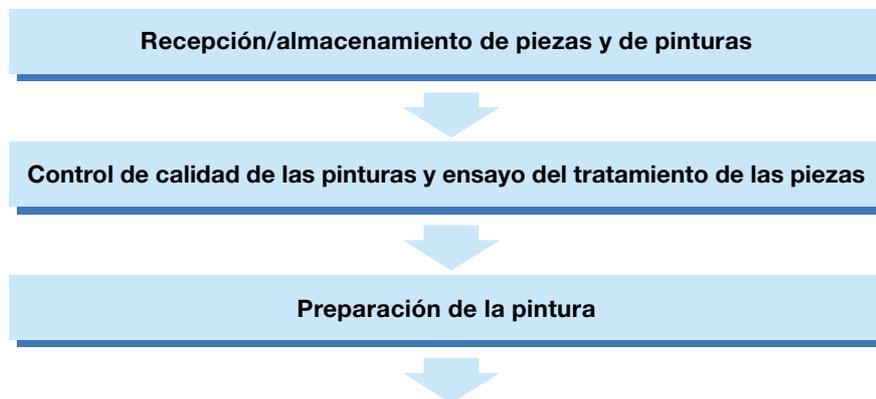
Los hornos de polimerización disponen, cada uno de ellos, de una salida de aire al exterior de la nave. Los hornos de estufado y de secado, también.

Por otra parte, el horno de imprimación de la línea 1 y el de polimerización de la línea 2 disponen de filtros de aire. El resto, no dispone de ellos.

Los sistemas de calentamiento de los cuatro hornos que hay en la nave funcionan con aceite térmico calentado con un quemador de gas natural. El aceite es sintético y se efectúa un análisis del mismo cada año. Periódicamente, se realizan purgas del circuito de aceite; dichas purgas generan como máximo un bidón de aceite residual al año, es decir, unos 200 litros/año. En el año 1995 se cambió el aceite por completo (unos 2.225 kg) ya que era vegetal. Con el cambio a aceite sintético, se mejoró su rendimiento calorífico. Aquel aceite lo gestionó [REDACTED]. Las 2 personas que limpian las cabinas también ponen en marcha el sistema de calentamiento del aceite térmico 2 horas antes de la jornada laboral. Se considera que se tendrá que cambiar todo el aceite del circuito cada 4 ó 5 años.

### 3.3. Descripción detallada del proceso productivo

El proceso productivo llevado a cabo consta de las siguientes fases principales:



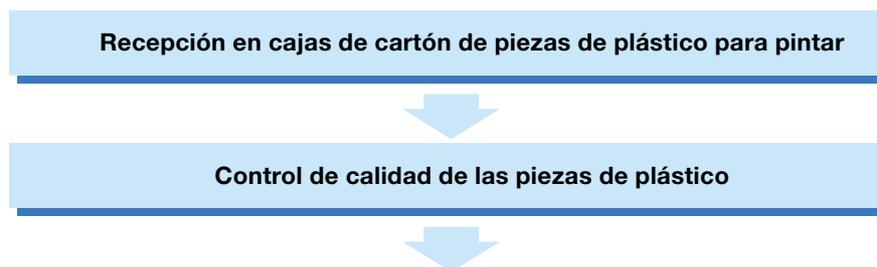


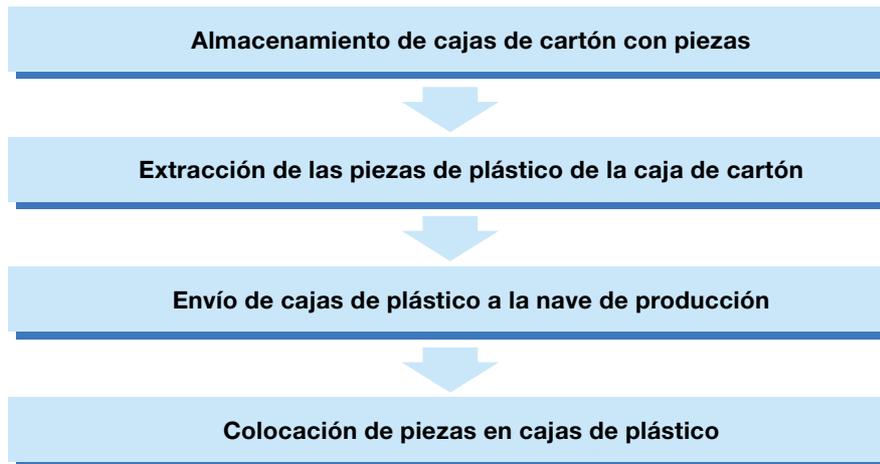
### **3.3.1. Recepción y almacenamiento de las piezas que se tienen que pintar y de las pinturas**

#### *3.3.1.1. Recepción y almacenamiento de las piezas que se tienen que pintar*

Las piezas que se tienen que pintar se reciben y se almacenan en el almacén específico para las mismas. Algunas de las piezas, elegidas aleatoriamente, se someten, antes de ser aceptadas, a un control de calidad. El resto se inspecciona durante su manipulación en el proceso productivo.

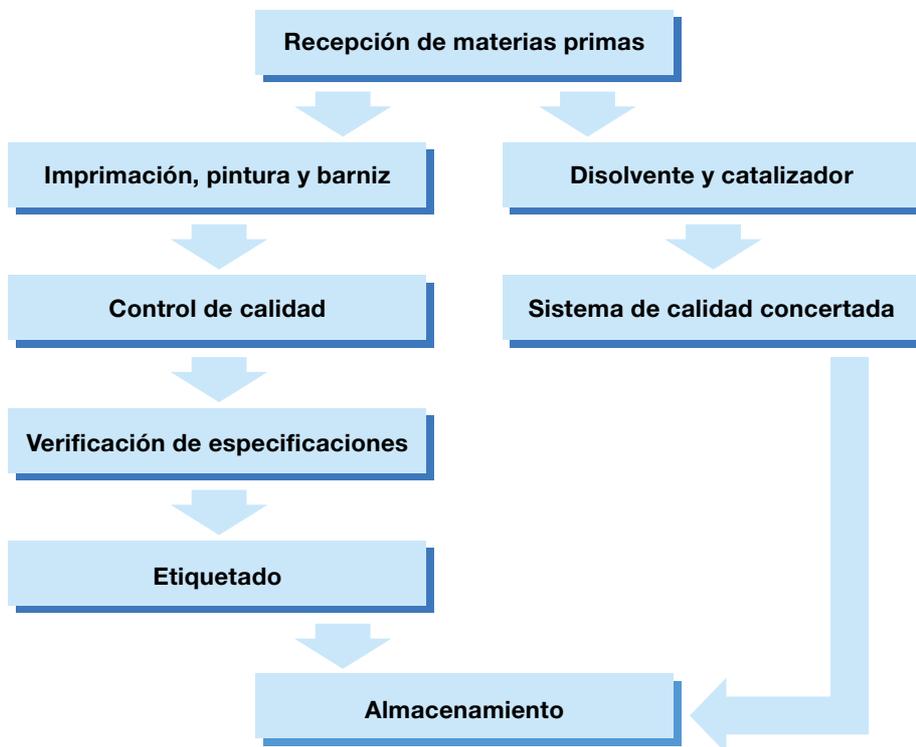
Las piezas a pintar procedentes del cliente llegan, tal como se ha mencionado, envueltas en un film de polipropileno, dentro de cajas de cartón paletizadas y retractiladas o de jaulas metálicas. En el almacén, las piezas se sacan de las cajas de cartón y se guardan en cajas de plástico de unos 0,8 m<sup>3</sup>. Aproximadamente el 50% de las cajas de cartón y de los palets de madera se devuelven a los clientes junto con las piezas ya pintadas. El resto se gestiona como residuos banales, o se lo lleva el chatarrero. Las cajas de plástico son propiedad de DECAYPRINT, SA y se utilizan muchas veces. Gráficamente, la secuencia es la siguiente:





### 3.3.1.2. Recepción y almacenamiento de las materias primas

Todas las pinturas (imprimación, barniz y pintura) son de las denominadas de 2 componentes (catalizador y color vienen por separado) y llegan en botes de entre 4 y 25 kg (p. ej. el catalizador se recibe en botes de 4 kg, mientras que la pintura normalmente viene en botes de 25 kg).



Las pinturas se reciben en botes sueltos y se almacenan en unos contenedores-módulos prefabricados de unos 40 m<sup>3</sup>, como ya se ha descrito en el apartado correspondiente, que se encuentran delante de la entrada de pinturas de la nave de fabricación. Estos contenedores, como ya hemos dicho, están preparados para mantener la pintura dentro de unos márgenes de temperatura. Si los botes de pintura son pequeños o llega mucha cantidad de materia, vienen en palets y plastificados.

En lo que respecta a los disolventes de proceso y catalizadores, no se verifican a la llegada, ya que se dispone de un sistema de calidad concertada con el proveedor; a pesar de dicho sistema, se inspeccionan durante el uso. También se almacenan en los contenedores-módulos.

Cuando se recibe una orden de trabajo, se retira la materia prima necesaria del almacén y se lleva a la sala de mezclas.

En la *Tabla 5* se presenta información técnica sobre las diversas materias primas consumidas por la empresa y su composición más destacable:

**Tabla 5**

Materia prima	Componentes mayoritarios	Principales compuestos peligrosos
Imprimación	Disolventes orgánicos no clorados	Xileno, acetato de <i>n</i> -butilo ciclohexanona
Barniz	Disolventes orgánicos no clorados	Acetato de etilo, metiletilcetona, etilbenzeno, acetato de isobutilo, xileno, tolueno
Pintura color	Poliéster con disolventes no clorados	Xileno, etilbenzeno, butanona, butano
Catalizador	Disolventes orgánicos no clorados	Acetato de 1-metil-2-metoxietileno, xileno, etilbenzeno, 1,6-diisocianato de hexametileno

### **3.3.2. Control de calidad de los lotes de pintura, ensayos de tratamientos para piezas**

Se verifica que los nuevos lotes de pintura recibidos cumplan las especificaciones de calidad (color, viscosidad, etc.) tal como se especifica en el procedimiento de control de calidad de pinturas de la empresa. Para llevar a cabo esta verificación, se efectúan pruebas de calidad en la cabina estática.

Las pinturas recibidas que no cumplen las especificaciones de calidad se devuelven al cliente. En el caso de pinturas caducadas o deterioradas, por culpa de la empresa, éstas son convenientemente marcadas y gestionadas externamente, ya sea en el propio suministrador o como residuo (*ver también el punto 3.4.2 de este mismo informe*).

Para piezas de plástico que nunca se han tratado, a veces se hacen ensayos para determinar la mejor manera de conseguir las especificaciones que solicita el cliente. Estas pruebas también se realizan en la cabina estática.

En el momento de colgarlas en la cadena, se revisan todas las piezas de plástico y, en caso de defecto, se retiran antes de pintarlas y se gestionan externamente. Durante su evolución en la cadena de pintado, el responsable de cada cabina también verifica que las piezas se encuentren en perfecto estado antes de pintarlas.

### 3.3.3. Preparación de la pintura

Casi todas las mezclas se hacen manualmente. En las preparaciones manuales, se suelen preparar entre 3 y 4 kilos de pintura, un poco más de la necesaria para que no se acabe antes de finalizar la operación de pintado. La pintura que queda se tira, ya catalizada (seca), a los residuos banales.

Como ya se ha indicado, actualmente las mezclas de barniz para aplicar a la cabina 2 de la línea 2 se preparan con un equipo automático, denominado  , a pie de cabina. El equipo prepara la mezcla a medida que se necesita; de esta manera, se evita que queden restos de mezcla. La empresa está considerando utilizar estos equipos automáticos a pie de cabina para preparar también pinturas e imprimaciones.

Gráficamente, el proceso de preparación de la pintura consiste en:



### 3.3.4. La preparación de las superficies

Aproximadamente un 30% de las piezas para pintar llegan con rebabas y deben ser pulidas antes de introducirlas en la cadena de producción. El pulido se hace manualmente, mediante papel de lija, en la zona destinada a esta tarea de la nave de producción.

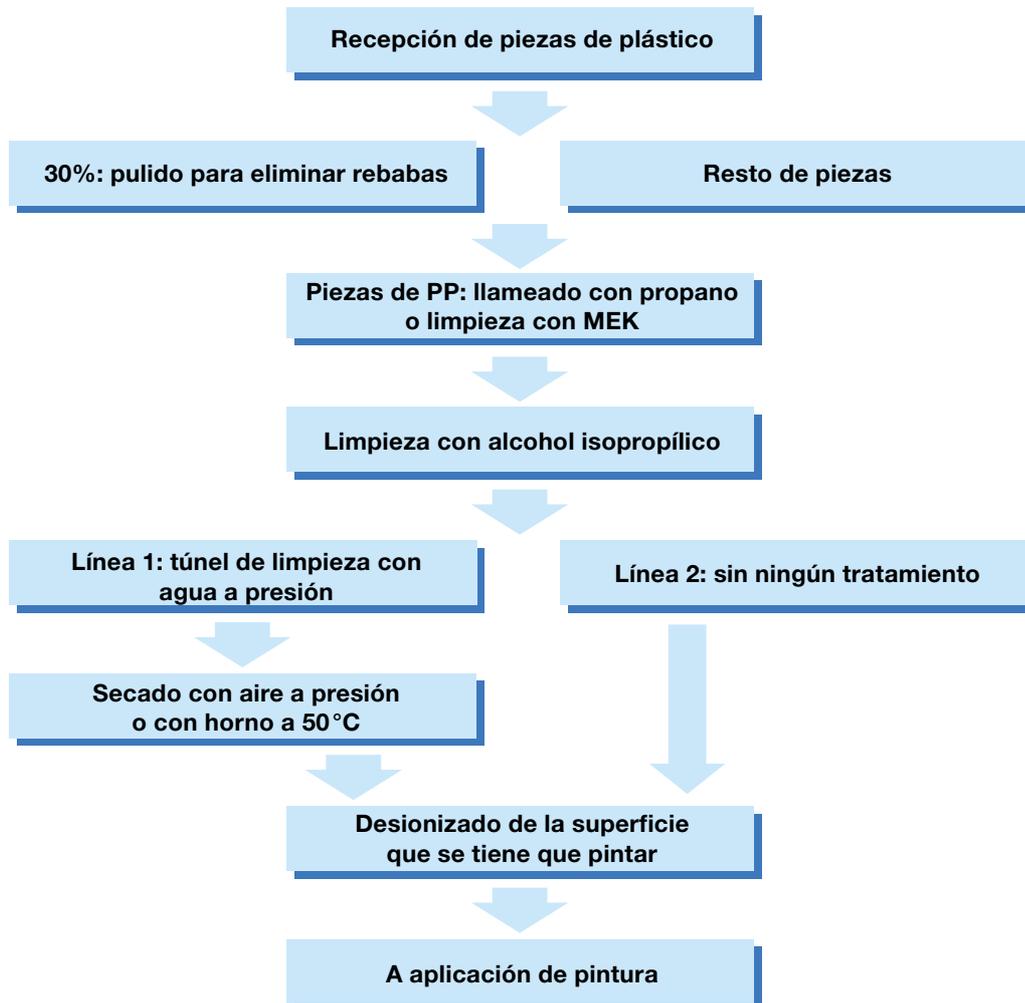
Si la pieza que se tiene que pintar es de PP, se llamea con llama de propano (activado) o se limpia con MEK (metiletilcetona). Estos dos pretratamientos cambian la polaridad del plástico y aumentan su tensión superficial para adaptarla a la de la pintura.

Independientemente del material, se limpia la superficie externa de todas las piezas con alcohol isopropílico. A continuación, éstas se cuelgan en las líneas de producción.

En la línea 1, las piezas pasan por un túnel de limpieza en continuo con agua a presión (agua desmineralizada y antihumectante). A continuación, las piezas se secan o bien con aire a presión o en un horno a 50°C. Actualmente, la empresa está considerando eliminar este lavado. Después del secado, se proyecta aire desionizado sobre las piezas para eliminar la electricidad estática de la superficie del plástico.

En la línea 2 no se aplica ningún tipo de pretratamiento a las piezas.

Gráficamente, el proceso es el que se describe a continuación:



### **3.3.5. Aplicación de la pintura**

La pintura se aplica en 6 cabinas: una cabina estática independiente para series muy cortas, 3 cabinas en la línea 1 y 2 cabinas en la línea 2.

Después del pretratamiento, las piezas pasan a las cabinas de pintura según corresponda a cada línea:

- Línea 1:
  - cabina 1: 70% de imprimación y 30% sólo de color.  
(Después de la imprimación, en la cabina 1 se efectúa un estufado a 80°C, durante 25-30 minutos, un pulido de desperfectos y, por último, la aplicación del color final).
  - cabina 2: 100% color.
  - cabina 3: 95% barniz (bicapas) y 5% color.
- Línea 2:
  - cabina 1: 100% color.
  - cabina 2: 100% barniz (bicapas).

La aplicación de pintura se efectúa manualmente, con pistola de tipo HVLP con proyección de aire comprimido. La pistola se halla unida al depósito que contiene la pintura preparada mediante una manga. En la aplicación de pintura se controla el proceso y se siguen normalmente las especificaciones del fabricante de pintura.

Se han incorporado sistemas internos de gestión del pintado, ya que se efectúan muchos cambios de color. En todos los casos se intentan seguir criterios en el uso de colores. Por otra parte, se dispone de una cabina estática para series muy cortas.

Los equipos de pintado se limpian cada vez que se cambia de color, al final de cada día de trabajo y siempre que deban estar inactivos más de media hora, a fin de evitar que la pintura catalice y estropee los equipos. Se efectúa la limpieza cuando se finaliza la operación de pintado.

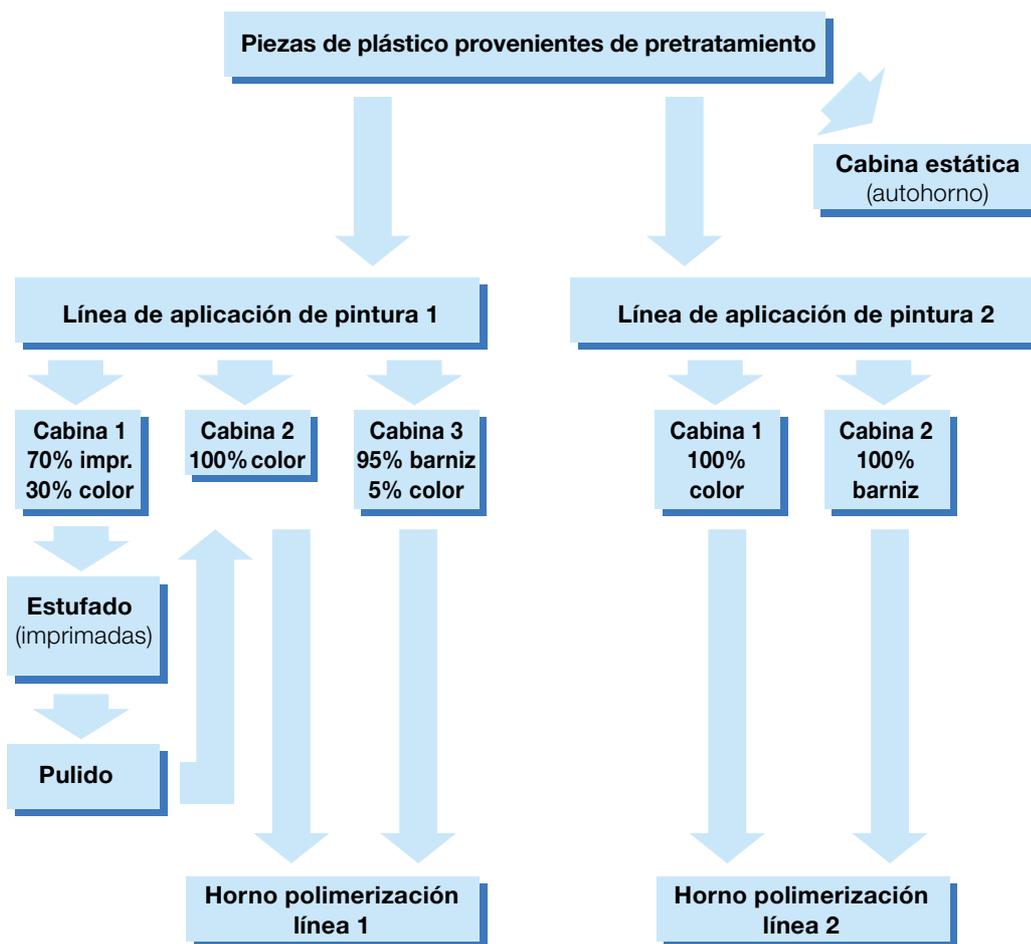
### **3.3.6. Secado y polimerización de la capa de pintura aplicada**

Una vez aplicada la pintura, las piezas se someten a un preevaporado a temperatura ambiente a medida que avanzan por las líneas entre cabina y cabina, o entre cabina y horno. En el caso de la imprimación aplicada a la línea 1, las piezas se secan en el horno de estufado de la línea.

Las piezas que salen de las cabinas 2 de la línea 2 y 3 de la línea 1 entran en los hornos de polimerización de las líneas respectivas, donde permanecen unos 45 minutos a 70-80°C. La velocidad de paso del horno de la línea 1 es de 0,5 m/min y la del horno de la línea 2 es de 0,4 m/min.

En la cabina estática, las piezas se secan en el interior, ya que es autohorno.

Gráficamente, las dos secuencias descritas quedan del modo siguiente:



### 3.3.7. Control de calidad de las piezas acabadas, rectificaciones de calidad

Cuando las piezas salen del horno de polimerización, se inspeccionan; en caso de observarse gránulos, las piezas se pulen con agua y con una máquina pulidora. Un 10% de las piezas inspeccionadas tienen desperfectos que obligan a pulirlas totalmente, con lo que se les quita el brillo y se tienen que volver a pintar. Un 1,5% de las piezas se consideran residuos no aprovechables y son retiradas por un recuperador de plástico.

Las piezas acabadas se etiquetan y se colocan en cajas de cartón (un 50% del total), contenedores de plástico, carros porta-piezas con retráctil de plástico o rejas metálicas. Todas las piezas pintadas van envueltas en air-cel (plástico espumante).

## 3.4. Gestión de stocks

### 3.4.1. Gestión de las piezas que se tienen que pintar

El almacén de las piezas que se tienen que pintar es gestionado por 1 responsable que cuenta con 2 operarios. Se dispone de un procedimiento de gestión de almacén.

Cuando alguna pieza de plástico para pintar se estropea (rayada, rota, etc.) ésta es retirada por un gestor autorizado de plásticos, la empresa [REDACTED].

La salida del material almacenado se efectúa según unas órdenes de trabajo, mediante un transporte externo alquilado por la empresa.

### 3.4.2. Gestión de materias primas

Los botes de materias primas se almacenan en unos contenedores de unos 40 m<sup>3</sup>, en el exterior de la nave de fabricación. Se dispone de instrucciones de almacenamiento. Asimismo, la empresa dispone de instrucciones de control de materias primas. Concretamente, el proceso seguido es: recepción-control de calidad-validación-etiquetado-almacenamiento.

Los disolventes de proceso y de limpieza se almacenan en otro contenedor idéntico al anterior. Trimestralmente, se hace un inventario de todo el almacén para evitar la caducidad de los materiales almacenados.

En cuanto a las materias caducadas (pinturas: <2%, 1.000 kg/año), se intenta revalidar la fecha con el proveedor; si no, acaban como residuos o reutilizadas para pintar la propia empresa, ya que en ningún caso se reaprovecha sin esta revalidación. Se dispone también de una instrucción de tratamiento de pinturas y disolventes no conformes. Los disolventes sucios pueden representar unos 3.000-4.000 l/año.

### 3.4.3. Gestión de materiales auxiliares

Los materiales accesorios (papel de lija, trapos, guantes, floculante y bactericida para el agua de las cabinas de pintura, etc.) se almacenan en un almacén especial, que es también un contenedor de 40 m<sup>3</sup> externo a la nave de producción.

En fábrica no se encuentran pinturas, disolventes ni otros materiales auxiliares excepto los de uso inmediato.

## 3.5. Buena prácticas

Como ya se ha dicho anteriormente, la empresa DECAYPRINT, SA, tiene implantado el sistema de gestión de la calidad UNE-EN-ISO-9002.

En los manuales y procedimientos de la certificación, se detalla<sup>49</sup> una serie de operaciones profesionales con efectos ambientales en las operaciones de aplicación de pintura; de mantenimiento y limpieza de las pistolas; de mezcla; de manipulación de piezas imprimadas en la cabina de verificación; y de conservación y limpieza de las cortinas de agua de las cabinas.

---

<sup>49</sup> En el original del DAOM se detallaban estas prácticas. En esta reproducción se han obviado.

## 4. Enumeración y descripción de las corrientes residuales generadas en las distintas fases del proceso. Causas de la generación, gestión actual

### 4.1. Residuos

A continuación, se clasifican los residuos<sup>50</sup> generados en la empresa DECAYPRINT, SA y se incluye información sobre la cantidad anual generada; según la categoría siguiente:

- Residuos especiales
- Residuos no especiales
- Residuos inertes

Residuos especiales:

**Tabla 6**

Residuo	Cantidad anual generada	Gestión
Pinturas y barnices endurecidos	No hay datos	Banales
Pinturas y barnices que contienen disolventes no halogenados <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintura deteriorada</li> <li>• Pintura no conforme de calidad</li> <li>• Pintura caducada</li> </ul>	<1.000 kg	Proveedor ..... Proveedor .....
Tropos de limpieza sucios de polipropileno y MEK	700 kg	Banales
Disolventes no halogenados con restos de pinturas o barnices (limpieza de equipos)	3.000-4.000 l	.....
Disolventes o catalizadores no conformes o deteriorados	500-1.000 kg	Proveedor .....
Filtros sucios de las cabinas	4.000 u.	Banales
Envases metálicos sucios de pinturas	3.000 u.	Banales
Aceites de transmisión de calor sintéticos	200 l	.....

<sup>50</sup> La clasificación de residuos que aparece en este ejemplo responde a la legislación en materia de residuos vigente en el lugar donde se ubica la empresa DECAYPRINT, SA:

Residuos no especiales:

Residuo	Cantidad anual generada	Gestión
Papel de oficina	No hay datos	Banales
Palets de madera	No hay datos	Banales

Residuos inertes:

**Tabla 7**

Residuo	Cantidad anual generada	Gestión
Film de polipropileno (embalaje) Plástico retractilado (embalaje)	No hay datos	Banales
Palets de madera	No hay datos	Banales, chatarrero
Cajas de cartón	No hay datos	Banales, chatarrero
Toners	No hay datos	Banales
Piezas de plástico no conformes	2.000 u.	Devolución a proveedor
Piezas de plástico espaldadas sin pintar	6.000 u.	.....

## 4.2. Aguas residuales

En la *Tabla 8* se enumeran los tipos de aguas residuales generados por la empresa, la cantidad anual generada de cada tipo, su destino y gestión.

- 
- a) Residuos especiales: todo residuo comprendido en el ámbito de aplicación de la Directiva 91/689/CE, de 12 de diciembre, que define lo que se entiende por residuo peligroso.
  - b) Residuo no especial: todo residuo que no está clasificado como especial o como inerte.
  - c) Residuo inerte: residuo que, una vez depositado en un vertedero, no experimenta transformaciones físicas, químicas ni biológicas significativas y que cumple los criterios de lixiviación determinados por reglamento.

**Tabla 8**

Origen del vertido	Cantidad vertida m <sup>3</sup>	Contaminados en el vertido	Frecuencia de vertido	Gestor
Sanitarios/doméstico	1.100	Fecales, jabón	Continua	—
Túnel de limpieza de piezas	4-4,5	Antihumectante	2-3 veces año	—
Cabinas de pintura	17	Pintura, floculante	2-3 veces año	.....

La empresa genera las siguientes aguas residuales industriales:

- Las aguas de limpieza de piezas en el túnel de la línea 1 que contienen agua destilada y antihumectante. Dichas aguas suponen unos 4-4,5 m<sup>3</sup> y se vierten 2 ó 3 veces al año.
- Las aguas de las cabinas de pintura de la línea 1. Cada una de las 3 cabinas de la línea 1 contiene 3 m<sup>3</sup> de agua, que se cambian 2 ó 3 veces al año.
- Las aguas de las cabinas de pintura de la línea 2; en este caso, cada una de las 2 cabinas de la línea 2 contiene 4 m<sup>3</sup> de agua, que se cambian 2 ó 3 veces al año.

### 4.3. Emisiones a la atmósfera

La empresa dispone de 15 focos puntuales de emisión: 12 emiten al exterior de la nave y 3 al ambiente interno. Los 15 focos disponen de conductos de emisión diferenciados (chimeneas o conducciones propias). A continuación, se facilita una relación de los 15 focos:

- Las 6 chimeneas de las 6 cabinas de pintura.
- Las 5 salidas de aire de las zonas de tránsito de las piezas a las líneas (3 a la línea 1 y 2 a la línea 2).
- Las 4 salidas de aire de los 4 hornos (1 a la línea 2 y 3 a la línea 1).

Las chimeneas de las cabinas de pintura emiten disolventes, pintura en spray y algo de vapor de agua. Por su parte, las salidas de aire en las zonas de tránsito-reevaporación emiten disolventes. Finalmente, las salidas de aire de los 4 hornos emiten disolventes.

A continuación, se resume en una tabla los focos emisores de la línea 1, sus características y las sustancias que emiten:

**Tabla 9**

Origen de la emisión	Sustancias emitidas	Potencia de extracción (CV)	Medio receptor
Horno de secado	Disolventes	15	Aire recirculado
Cabina 1	Disolventes Spray de pintura Vapor de agua	7,5	Atmósfera externa
Horno de estufado	Disolventes	9	Atmósfera externa
Cabina 2	Disolventes Spray de pintura Vapor de agua	7,5	Atmósfera externa
Zona de preevaporación	Disolventes	0,25	Atmósfera externa
Cabina 3	Disolventes Spray de pintura Vapor de agua	7,5	Atmósfera externa
Zona de preevaporación	Disolventes	0,25	Atmósfera externa
Horno polimeriz.	Disolventes	9	Atmósfera externa

A continuación, resumimos en una tabla los focos emisores de la línea 2, sus características y las sustancias que emiten:

**Tabla 10**

Origen de la emisión	Sustancias emitidas	Potencia de extracción (CV)	Medio receptor
Cabina 1	Disolventes Spray de pintura Vapor de agua	7,5	Atmósfera externa
Zona de preevaporación	Disolventes	0,25	Atmósfera externa
Cabina 2	Disolventes Spray de pintura Vapor de agua	7,5	Atmósfera externa
Zona de preevaporación	Disolventes	0,25	Atmósfera externa
Zona de preevaporación	Disolventes	0,25	Atmósfera externa
Horno de polimerización	Disolventes	40	Atmósfera externa

En la *tabla 11*, se detallan los focos de emisión puntuales externos a las líneas:

**Tabla 11**

Origen de la emisión	Sustancias emitidas	Potencia de extracción (CV)	Medio receptor
Cabina estática	Disolventes Spray de pintura	5	Atmósfera externa
Quemador de gas		?	Atmósfera externa

Finalmente, la empresa dispone de 2 puntos de emisión difusos (con emisiones no canalizadas o conducidas por chimenea). En la *tabla 12* se reflejan estos puntos de emisión difusos:

**Tabla 12**

Origen de la emisión	Sustancias emitidas	Medio receptor
Limpieza con alcohol isopropílico	Alcohol isopropílico	Atmósfera interna
Limpieza con MEK	MEK	Atmósfera interna

#### 4.4. Generación de contaminantes por áreas o actividades

En la *tabla 13*, se relacionan los distintos contaminantes generados para cada etapa de proceso.

**Tabla 13**

Etapa del proceso	Acción	Contaminantes generados	Destino de los contaminantes
Recepción de piezas	Desembalaje de las piezas a pintar	Cajas de cartón Palets de madera Plástico retractilado Film de polipropileno o polietileno Jaulas metálicas Cajas de plástico rotas Piezas de plástico no conformes Palets de madera	Clientes (aprox. 50%), resto banales Clientes (aprox. 50%), resto banales Banales Banales Devolución a los clientes Banales Proveedor Clientes (aprox. 50%), resto a banales
	Desembalaje de botes de pintura	Plástico retractilado	Banales
Control de calidad	Control de calidad de piezas de plástico	Piezas de plástico no conformes	Devolución al proveedor
	Control de calidad de pinturas	Pinturas no conformes	Devolución al proveedor
Almacenamiento	—	Materias caducadas: pinturas (incluye imprimación, color y barniz) Piezas de plástico deterioradas	Revalidación de fecha con el proveedor y uso, o gestión externa a **** Gestión externa a ****
Preparación de entremezclas (pintura)	Mezcla manual de los distintos componentes	Pintura deteriorada (no caducada)	Prove. o gestión extrema a ****
		Disolvente y catalizadores no conformes/deteriorados Botes de pintura sucios Pintura sobrante (seca) Emisión de disolventes (COV)	Prove. o gestión extrema a **** Banales Banales Ambiente interno
Preparación de piezas	Pulimento rebabas (30% piezas)	Restos plástico pulido	Banales
	Limpieza y activación con propano	Emisión de gases combustión	Atmósfera
	Limpieza y activación con metiletilcetona (MEK)	Envases sucios Trapos sucios con MEK Emisión de disolventes (COV)	Devolución a proveedor Banales Ambiente interno
	Limpieza manual con alcohol isopropílico (100%)	Envases sucios Trapos sucios con alc. isopropílico Emisión de alcoholes	Devolución a proveedor Banales Ambiente interno

(Continúa)

Colgado	Inspección visual	Piezas de plástico defectuosas	Prove. o gestión externa a ****
Línea 1: túnel de limpieza	Limpieza en continuo con agua desmineralizada + antihumectante	Aguas residuales con antihumectante	Alcantarillado
Línea 1: Secado de piezas	Secado con aire a presión o a 50°C en un horno	Emisiones de vapor de agua	Atmósfera externa
Desionización de piezas	Proyección de aire desionizado	Ninguno	—
Línea 1: aplicación de pintura	Cabina 1: 70% imprimación, 30% color  Cabina 2: 100% color  Cabina 3: 95% barniz (bicapas) y color	Aguas residuales con pintura y floculantes Pintura y barniz endurecido Prefiltros de aire, filtros <i>plénum</i> y filtros ratera Imprimación, pintura Emisión de disolventes (COV) Aguas residuales con pintura y floculantes Pintura y barniz endurecido Prefiltros de aire, filtros <i>plénum</i> y filtros ratera Pintura Emisión de disolventes (COV) Aguas residuales con pintura y floculantes Pintura y barniz endurecido Prefiltros de aire, filtros <i>plénum</i> y filtros ratera Pintura y barniz Emisión de disolventes (COV)	**** Banales  Banales Banales Atmósfera exterior  **** Banales  Banales Banales Atmósfera exterior  **** Banales  Banales Banales Atmósfera exterior
Línea 1: Preparación para el pintado después de la imprimación (Cabina 1)	Estufado a 80°C (después de la imprimación y antes del color) Pulido de desperfectos	Emisión de disolventes (COV) y gases de combustión  Materiales pulidos	Atmósfera exterior  Banales
Línea 2: aplicación de pintura	Cabina 1: 100% color	Aguas residuales con pintura y floculantes	****

(Continua)

	Cabina 2: 100% barniz (bicapas)	<p>Pintura Prefiltros de aire, filtros <i>plénum</i> y filtros ratera Pintura y barniz sobrante Emisión de disolventes (COV) Aguas residuales con pintura y floculantes Barniz endurecido Prefiltros de aire, filtros <i>plénum</i> y filtros ratera Pintura y barniz Emisión de disolventes (COV)</p>	<p>Banales Banales Banales Atmósfera exterior **** Banales Banales Banales Atmósfera exterior</p>
Cabina estática	Aplicación de pintura a series cortas	<p>Filtros de la cabina secos Emisión de disolventes (COV)</p>	<p>Banales Atmósfera exterior</p>
Secado-polimerizado	<p>Preevaporación a temperatura ambiente Polimerización en horno a 70-80 °C</p>	<p>Pequeñas emisiones de disolventes (COV) Emisión de COV y gases de combustión Aceite térmico sintético (purgas) Filtros de los hornos</p>	<p>Atmósfera exterior Atmósfera exterior **** Banales</p>
Rectificación de acabados <i>10% de las piezas, pulido total y repintado, 1,5% rotas</i>	<p>Pulido con agua Pulido mecánico</p>	<p>Polvo del material pulido Polvo del material pulido Piezas rotas</p>	<p>Banales Banales ****</p>
Envasado	<p>Etiquetado Embalado en air-cel Encajado (50% piezas), resto en contenedores, carros, o rejillas</p>	<p>Restos de etiquetas Air-cel Cajas rotas</p>	<p>Banales Banales Banales</p>
Limpieza de equipos y de instalaciones	<p>Limpieza de resto de pintura en pistolas, mangas, etc.  Limpieza exterior de restos de pintura de los equipos  Limpieza de suelos, etc.</p>	<p>Disolventes sucios con pintura Trapos sucios con disolvente y pintura Pintura y barnices endurecidos Emisión de disolventes (COV) Disolventes sucios con pintura Trapos sucios con disolvente y pintura Pintura y barnices endurecidos Emisión de disolventes (COV) Disolventes sucios con pintura Trapos sucios con disolvente y pintura Emisión de disolventes (COV)</p>	<p>**** Banales Banales Atmósfera exterior **** Banales Banales Atmósfera exterior **** Banales Atmósfera exterior</p>

#### 4.5. Costes de gestión de los contaminantes generados

En la *tabla 14*, se relacionan los costes de gestión ambiental para cada uno de los contaminantes de los que se dispone de datos fiables. Del resto de residuos generados, no se dispone de datos.

**Tabla 14**

Residuo	Precio del transporte	Precio de gestión	Coste anual total
Aguas cabinas pintura	1.502,5 €/año	1.202 €/año	2.704,5 €
Disolventes no halogenados	120,2 €/año	2.554,3 €/año	2.674,5 €
Pinturas y barnices	18 €/año	450,75 €/año	468,75 €
Bidones y botes sucios	Precio incluido en la gestión	9.015 €/año	9.015 €
Residuos plásticos	Precio incluido en la gestión	Coste: 0,03 €/kg	Se desconoce la cantidad generada
Residuos generales	Precio incluido en la gestión	5.108 €/año	5.108 €
Aceites	Precio incluido en la gestión	30 €/año	30 €
<b>Total</b>	1.640,7 €/año	18.360 €/año (aprox.)	20.000 €/año (aprox.)

### 5. Descripción de las alternativas recomendadas y de su viabilidad técnica y económica

Dentro del capítulo de las opciones de minimización, se han tenido en cuenta las alternativas siguientes:

#### 5.1. Reducción en origen

- Modificación en los procesos:
  - Materias primas menos contaminantes.
  - Tratamiento previo de materias primas.
  - Modificación de procesos.
  - Modificación de equipos.
  - Cambios en la secuencia de producción.
- Buenas prácticas

## 5.2. Recuperación y reciclaje

- En la propia empresa
- Externamente: envío al proveedor o reutilización en otra empresa

Para cada alternativa identificada y, según el caso, se proponen diversas opciones de minimización, siguiendo el esquema siguiente:

### *DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN*

*Corriente residual analizada:*

*Alternativa de minimización:*

*Opciones de minimización: 1, 2, etc.*

*Otras corrientes afectadas:*

*Materias primas afectadas:*

*Procesos o productos afectados:*

*Posible ahorro en los consumos de materias primas y auxiliares:*

*Posible reducción de contaminantes:*

*Justificación técnica de cada opción:*

—*Contraste de la tecnología:*

—*Efecto sobre la calidad del proceso o producto:*

—*Requisitos de espacio:*

—*Tiempo de implantación:*

—*Requisitos para utilizarla:*

*Justificación económica de cada opción (en €):*

*Gastos:*

—*Equipos:*

—*Instalación:*

—*Ingeniería:*

—*Servicios:*

—*Puesta en marcha:*

—*Valor del equipo al final de su vida útil:*

—*Formación:*

—*Materias primas:*

—*Gestión de contaminantes:*

—*Operación:*

—*Mantenimiento:*

—*Otros:*

*Ingresos:*

- Venta de los equipos existentes:*
- Incremento del precio de venta del producto:*
- Incremento en la producción:*
- Venta y/o valorización de subproductos:*
- Ahorro en materias primas y auxiliares:*
- Ahorro en la gestión de contaminantes:*

*Período de retorno de la inversión:*

Veamos, a continuación, cuáles son las diversas alternativas de minimización identificadas en el caso de la empresa DECAYPRINT, SA.

## **5.1. Reducción en origen**

### **5.1.1. Modificación en los procesos**

#### **Materias primas menos contaminantes**

En el caso concreto de la empresa DECAYPRINT, SA, en el momento de proponer alternativas en cuanto al uso de pinturas y afines, nos encontramos con los siguientes puntos limitantes:<sup>51</sup>

Con estas premisas, las recomendaciones relativas al uso de pinturas pasan por:

1. Acordar con los clientes, dentro de sus posibilidades, el uso de pinturas alternativas menos contaminantes:
  - Utilizar pinturas en base acuosa, con un contenido muy bajo de disolventes orgánicos (<10%).
  - Utilizar pinturas con alto contenido en sólidos (*high-solids*) y con bajo contenido en disolventes orgánicos (<20%).
2. Usar pinturas exentas de cromado de plomo o de zinc.
3. En las pinturas de 2 componentes, utilizar catalizadores con muy bajo contenido en isocianatos.
4. También en este mismo tipo de pinturas, utilizar resinas de tipo poliéster o poliuretano de bajo peso molecular y viscosidad moderada.

---

<sup>51</sup> En el original del DAOM, se especificaban las restricciones que había que considerar para plantear opciones coherentes con los requisitos de calidad de la empresa.

## DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN

- *Corriente residual analizada:* Utilización de imprimación, pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos, con emisión a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles (COV).
- *Alternativa de minimización:* Utilización de pinturas con menor contenido de disolventes orgánicos.

- *Opción de minimización 1:* Utilización de pinturas en base acuosa.

Para los materiales plásticos, la pintura de 2 componentes (donde se mezclan y reaccionan un poliol y un poliisocianato) es la más adecuada ya que, sobre todo a temperaturas bajas, las propiedades de la película (en especial su elasticidad) se adaptan a las propiedades del sustrato.

Otra ventaja de este tipo de pinturas, en el caso del pintado de plástico, es que reticulan ya a temperatura ambiente.

Finalmente, cabe mencionar que la adherencia de los sistemas de 2 componentes sobre la mayoría de plásticos es muy buena y, además, presenta una buena resistencia a los agentes químicos, a la luz y a la intemperie.

De hecho, para el pintado de plásticos, se utiliza preferentemente esta tecnología de pinturas y se utilizan sistemas a base de materias primas [REDACTED], especialmente con [REDACTED] (poliisocianato y poliol, respectivamente).

Dentro de las diversas posibilidades relativas a la composición que ofrece este tipo de pinturas, cabe la posibilidad de utilizarlas en base acuosa, en la que los polioles se encuentran en medio acuoso, se mezclan y reaccionan con los poliisocianatos. En este caso, el secado también se efectúa desde temperatura ambiente hasta los 130-140°C y el acabado final es tan bueno o mejor que en base disolvente.

Por ejemplo, la firma [REDACTED] ofrece un poliuretano de 2 componentes en base acuosa, el [REDACTED]. Otras marcas importantes que también disponen de diversas alternativas en base acuosa son [REDACTED] y [REDACTED], entre otras.

Dado que existe una amplia variedad de combinaciones de poliol con poliisocianato para pinturas acuosas para el pintado de plásticos, se recomienda:

- Para las **imprimaciones (primero) acuosas:** seleccionar las que presentan polioles poliuretanos con poliisocianatos hidrófilos o hidrófobos. Dado que no es preciso un alto brillo del acabado, se puede efectuar la mezcla de los dos componentes con mezcladores clásicos.
- En el caso de **lacas en base acuosa:** se puede utilizar un poliacrilato-poliéster y polioles poliuretanos en combinación con poliisocianatos hidrófobos e hidrófilos de baja viscosidad.
- Para **barnices transparentes acuosos:** presentan idénticas propiedades y composición que los barnices con disolventes.
- Finalmente, para las **pinturas de acabado (color):** los sistemas pasan por polioles poliuretanos y poliacrilatos poliéster en combinación con poliisocianatos hidrófilos de baja viscosidad.

Podemos acabar indicando que en el sector del pintado de plástico se encuentran sistemas de 2 componentes acuosos en aplicación práctica para casi todas las capas de pintura. En algunos casos, además, las propiedades de las películas superan los sistemas tradicionales en base de disolvente.

- *Opción de minimización 2:* Uso de pinturas con un alto contenido en sólidos (*high-solids*).

También para los sistemas de 2 componentes se encuentran alternativas con un alto contenido en sólidos y, por consiguiente, menor proporción de disolventes orgánicos.

Por ejemplo, se puede combinar una imprimación en base acuosa o una laca en base acuosa y encima un barniz transparente en base de disolvente y alto contenido en sólidos.

Todas las principales firmas disponen de productos en el mercado con estas características. Se puede destacar que la gama de pinturas [REDACTED] y [REDACTED] está especialmente indicada en el caso de DECAYPRINT, SA, ya que mejora la flexibilidad del acabado y permite la deformación del plástico. Dentro de la misma gama de pinturas, también se encuentra un barniz de alto contenido en sólidos, el [REDACTED].

- *Otras corrientes afectadas:* Limpieza con disolventes de utensilios y equipos de aplicación, limpieza con disolventes de botes de pintura vacíos, como más significativos, pérdida de materia prima por evaporación (un bote de pintura abierto pierde el disolvente por evaporación, que supone el 25-75% de la cantidad nominal del bote).

- *Materias primas afectadas:* Imprimación (*primero*), pintura de color, barniz, disolventes de limpieza.

- *Procesos o productos afectados:* En el caso de aplicaciones en base acuosa, debe modificarse parcialmente la instalación de aplicación de pintura mediante la adopción de un equipo especial denominado [REDACTED] de la firma [REDACTED], que se aplica entre la pistola y el depósito de pintura. Su coste, por equipo, es de 9.015 €.

- *Posible ahorro en los consumos de materias primas y auxiliares:* Si contamos una pérdida por evaporación aproximada de un 5% a partir de botes y envases cuando se hallan al descubierto, tenemos que al cabo del año se pueden ahorrar aproximadamente 2.150 kg de materias primas que contengan disolventes. A un coste medio de unos 7,2 €/kg, esto podría suponer un ahorro anual de unos 15.506 €.

- *Posible reducción de contaminantes:* En el caso de pintura en base acuosa, se puede pasar de un 80% de disolventes hasta un máximo de un 10%. Para la pintura con alto contenido en sólidos, este valor máximo de disolventes se sitúa en el 20%. Por consiguiente, los valores de COV se pueden reducir del modo correspondiente, es decir, una disminución en la emisión de estos compuestos de un 88% en el caso de pinturas al agua y de un 75% para las pinturas de alto contenido en sólidos.

- *Justificación técnica de cada opción:*

- Contraste de la tecnología:* ambas opciones están contrastadas y probadas y se hallan en el mercado entre los principales fabricantes de pintura.

- Efecto sobre la calidad del proceso o producto:* Ninguno. En ciertos casos, el acabado final es incluso mejor.

- Requisitos de espacio:* El equipo [REDACTED] que se debería utilizar en el caso de emplear pinturas en base acuosa tiene un tamaño muy reducido, de unos 0,10 m.

- Tiempo de implantación:* Inmediato, una vez instalados los equipos [REDACTED] intermedios.

- Requisitos para utilizarla:* No se precisan conocimientos o formación específicos.

- *Justificación económica de cada opción (en €):*

*Gastos:*

- Equipos:* 9.015 €(Equipo ██████ para pintura al agua.)
- Instalación:*
- Ingeniería:*
- Servicios:*
- Puesta en marcha:*
- Valor del equipo al final de la vida útil:*
- Formación:*
- Materias primas:*
- Gestión de contaminantes:*
- Operación:*
- Mantenimiento:*
- Otros:*

*Ingresos:*

- Ahorros en recursos:*
- Venta de los equipos existentes:*
- Incremento del precio de venta del producto:*
- Incremento en la producción:*
- Venta y/o valorización de subproductos:*
- Ahorro en materias primas y auxiliares:* El coste de estos tipos de pinturas (al agua o de alto contenido en sólidos) puede representar entre 3 y 5 veces el coste de la pintura que se utiliza actualmente. Por lo tanto, existirá un incremento en el coste de consumo.
- Ahorro en la gestión de contaminantes:* Actualmente no se puede calcular.
- Período de retorno de la inversión:* Debido al elevado coste actual de la pintura alternativa que supera en gran medida al del actual, al hecho de que es preciso invertir en el equipo para el uso de pintura en base acuosa y que, además, la empresa no tiene ningún coste de gestión de los contaminantes, probablemente no haya período de retorno para la inversión.

## **Tratamiento previo de materias primas**

DECAYPRINT, SA debe ajustar la viscosidad de la pintura que es preciso aplicar en función de la temperatura ambiente y del grado de humedad. Este ajuste, como ya se ha descrito, se hace añadiendo a la pintura en cuestión una cantidad determinada de disolvente hasta que se obtiene la viscosidad deseada. En este sentido, se puede efectuar la recomendación siguiente:

### *DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN*

- *Corriente residual analizada:* Limpieza de equipos y elementos utilizados en la aplicación de pintura con la generación de disolvente sucio.

- *Alternativa de minimización:* Reutilización de disolventes sucios en la reformulación de materias primas.

- *Opciones de minimización:* Cada vez que se realice la limpieza con disolventes de equipos o instalaciones, reutilizar el disolvente sucio para ajustar la viscosidad en la preparación de una nueva partida de pintura que se deba utilizar, siempre que el color y la calidad lo permitan.

- *Otras corrientes afectadas:* Planificar las etapas de producción.

- *Materias primas afectadas:* Pinturas y afines y disolventes.

- *Procesos o productos afectados:* Aplicación de pintura.

- *Posible ahorro en los consumos de materias primas y auxiliares:* Disolvente de formulación.

- *Posible reducción de contaminantes:* Reducción en la generación de disolventes de limpieza sucios.

- *Justificación técnica de cada opción:*

- Contraste de la tecnología:* Se trata de una opción utilizada ya por muchas otras empresas. De todos modos, será preciso analizar si la implantación de esta alternativa no entra en contradicción con los criterios de calidad de la empresa.

- Efecto sobre la calidad del proceso o producto:* Posible incidencia sobre la calidad final del producto. Se debe establecer su viabilidad para cada aplicación concreta.

- Requisitos de espacio:* Ninguno.

- Tiempo de implantación:* Una vez determinada su viabilidad para cada caso, la implantación es inmediata.

- Requisitos para utilizarla:* Posiblemente se tendrán que elaborar instrucciones o procedimientos por escrito para que el operario conozca la manera correcta de implantar la opción para cada caso concreto de aplicación.

- *Justificación económica de cada opción (en €):*

*Gastos:*

- Equipos:*

- Instalación:*

- Ingeniería:*

- Servicios:*

- Puesta en marcha:*

- Valor del equipo al final de la vida útil:*

- Formación:*

- Materias primas:*

- Gestión de contaminantes:*

- Operación:*

- Mantenimiento:*

- Otros:* Coste (según la cantidad reutilizada) imputable para analizar la viabilidad de implantación para cada aplicación concreta.

*Ingresos:*

—*Venta de los equipos existentes:*

—*Incremento del precio de venta del producto:*

—*Incremento en la producción:*

—*Venta y/o valorización de subproductos:*

—*Ahorro en materias primas y auxiliares:* reducción en un 10% del consumo de disolvente de formulación:  $6.000 \text{ kg} \times 10\% = 600 \text{ kg}$ ;  $600 \text{ kg} \times 2,4 \text{ €/kg} = 1.440 \text{ €/año}$ .

—*Ahorro en la gestión de contaminantes:* disminución de la misma cantidad de disolvente sucio:  $600 \text{ kg} \times 0,42 \text{ €/kg} = 252 \text{ €/año}$ .

*Período de retorno de la inversión:* Dado que la medida no supone ningún coste extra, el período de retorno podemos considerar que es INMEDIATO.

## **Modificación de procesos**

Como se ha visto en la descripción detallada de la actividad (punto 3.3.3 de este mismo informe), la preparación de pintura —y, especialmente, del color deseado— se efectúa de forma manual excepto en la cabina 2 de la línea 2, donde se aplica el barniz. Esta preparación manual implica pequeños errores en las dosificaciones de los diversos componentes que obligan a ir realizando también pequeñas correcciones, hasta que se obtiene el color deseado.

El resultado final es la obtención de una cantidad de pintura en exceso —a la que se ha incorporado el catalizador y que, por lo tanto, tiene una vida de pocas horas antes de su secado. Se estima que esta cantidad puede representar un 5-10% (según la práctica del operario al preparar la mezcla).

### *DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN*

- *Corriente residual analizada:* Preparación de pintura antes de cada aplicación.
- *Alternativa de minimización:* Minimizar la cantidad de pintura sobrante que no se acaba consumiendo.
  - *Opciones de minimización:* Adquirir una máquina de entremezclas.
  - *Otras corrientes afectadas:* Limpiar botes vacíos de pintura.
  - *Materias primas afectadas:* Imprimación, pintura color, catalizador y disolvente.
  - *Procesos o productos afectados:* Preparación de pintura.
  - *Posible ahorro en los consumos de materias primas y auxiliares:* Reducción entre un 5 y un 10% del consumo de pintura y disolventes, al no generarse en exceso. Ello puede suponer, aproximadamente, una reducción de aproximadamente 1.500 kg entre pintura e imprimación y de unos 300 kg de disolventes.
  - *Posible reducción de contaminantes:* estos 1.800 kg se acaban convirtiendo en pintura catalizada que va a parar al contenedor de los residuos banales.

- *Justificación técnica de cada opción:*

- Contraste de la tecnología:* Las máquinas de entremezclas están ampliamente implantadas dentro del sector. Esta empresa ya dispone de una para la preparación del barniz.

- Efecto sobre la calidad del proceso o producto:* Ninguno.

- Requisitos de espacio:* Pequeño, cada máquina puede ocupar unos 0,5 m<sup>3</sup>.

- Tiempo de implantación:* Una vez efectuada la adquisición y destinado el emplazamiento más idóneo, la máquina se instala en una mañana o menos.

- Requisitos para utilizarla:* Se necesita una información específica sobre el uso, que la propia máquina ya incorpora en su documentación.

- *Justificación económica de cada opción (en €):*

*Gastos:*

- Equipos:* 2.404€/equipo. Coste total: 4.808 €

- Instalación:* 300,5 €

- Ingeniería:*

- Servicios:* 601 €

- Puesta en marcha:*

- Valor del equipo al final de la vida útil:* 601€

- Formación:*

- Materias primas:*

- Gestión de contaminantes:*

- Operación:*

- Mantenimiento:*

- Otros:*

*Ingresos:*

- Venta de los equipos existentes:*

- Incremento del precio de venta del producto:*

- Incremento en la producción:*

- Venta y/o valorización de subproductos:*

- Ahorro en materias primas y auxiliares:* [1.500 kg (pintura, imprimación y catalizador) x 7,21€/kg = 10.815 €] + [300 kg (disolventes) x 2,4 €/kg = 720 €] = 11.535 € /año.

- Ahorro en la gestión de contaminantes:* Actualmente la pintura catalizada se gestiona como residuos banales y es difícil de calcular.

*Período de retorno de la inversión:* inferior a medio año.

## **Modificación de equipos**

En lo que respecta a los equipos, con el condicionante impuesto de emplear pintura líquida, se puede decir que la empresa está utilizando, en general, las mejores tecnologías existentes actualmente en el mercado:

- Cabinas de aplicación con cortina de agua, mejor que la alternativa con filtros secos ya que permite el tratamiento y la reutilización del agua durante 3-4 meses.
- Pistolas de aplicación de tipo HVLP, mejores que las aerográficas convencionales; de hecho, está demostrado que la aplicación de pintura mediante el uso de estas pistolas HVLP (*High Volumen Low Pressure*) presenta numerosas ventajas frente al tradicional pintado por aspersión con aire comprimido:
  - el rendimiento de aplicación efectiva de pintura proyectada supera en un 20% las pistolas neumáticas, lo cual implica un ahorro de pintura y disolventes, y reduce la emisión de COV y de partículas a través del aerosol sobrante (*overspray*) creado durante la aplicación;
  - los costes de inversión y energéticos se mantienen con respecto al pintado tradicional;
  - se mantiene el nivel de productividad, siempre que el grosor de pintura se aplique adecuadamente.
- Hornos de polimerización con quemadores de gas natural, frente a los quemadores de gasoil, mucho más contaminantes, o a los eléctricos, con un consumo energético excesivamente elevado para la viabilidad económica del proceso.

No procede, por lo tanto, aportar ninguna alternativa de minimización en este punto.

## **Cambios en la secuencia de producción**

La aplicación de pintura se efectúa siguiendo unas órdenes de trabajo concretas y por escrito. Cuando se acaba la tarea en cuestión, se limpian los equipos de aplicación para evitar la contaminación de colores entre dos aplicaciones distintas. Esta limpieza, como se ha visto en distintas ocasiones, genera un disolvente sucio que se debe gestionar como residuo especial. Si la diferencia entre los colores es muy acusada, por ejemplo, colores claros y oscuros, la limpieza de los equipos con disolventes se debe realizar más a fondo, lo que implica un mayor consumo de producto. En el supuesto de que la empresa siempre pintara con el mismo color, sería innecesaria esta limpieza menudeada de los equipos, y se reduciría el volumen de disolvente sucio.

La planificación en la secuencia de aplicación de colores, si se tiene en cuenta este aspecto de limpieza, puede reducir el número de limpiezas “a fondo” y, por consiguiente, el volumen de residuo generado.

### *DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN*

- *Corriente residual analizada:* Limpieza de equipos de aplicación de pintura entre aplicaciones con colores diferentes.
- *Alternativa de minimización:* Reducir la cantidad de disolvente utilizado en la limpieza.
- *Opciones de minimización:* Planificar la secuencia de aplicación de colores, de manera que primero se apliquen los colores más claros y, por último, los más oscuros.
- *Otras corrientes afectadas:* Limpiar equipos de aplicación de pintura.
- *Materias primas afectadas:* Disolvente de limpieza.

- *Procesos o productos afectados:* Planificación de la producción. Puesto que la empresa trabaja para terceros y no tiene productos propios, en muchas ocasiones hay que prever la imposibilidad de planificar la aplicación de colores.

- *Posible ahorro en los consumos de materias primas y auxiliares:* Reducción en el consumo de disolventes de limpieza.

- *Posible reducción de contaminantes:* Reducción del volumen de disolventes sucios residuales y disminución de las emisiones de disolvente a la atmósfera.

- *Justificación técnica de cada opción:*

- Contraste de la tecnología:* Aplicar primero colores claros para proceder posteriormente a la aplicación de colores más oscuros es una medida de amplio consenso.

- Efecto sobre la calidad del proceso o producto:* Ninguno.

- Requisitos de espacio:* Ninguno.

- Tiempo de implantación:* El necesario para programar, cada vez, el orden de aplicación de los colores.

- Requisitos para utilizarla:* Poder hacer esta programación. El hecho de trabajar para terceros, como es nuestro caso, puede dificultar muchas veces esta planificación, ya que los trabajos se van efectuando a medida que el cliente los pide.

- *Justificación económica de cada opción (en €):*

*Gastos:*

- Equipos:*

- Instalación:*

- Ingeniería:*

- Servicios:*

- Puesta en marcha:*

- Valor del equipo al final de su vida útil:*

- Formación:*

- Materias primas:*

- Gestión de contaminantes:*

- Operación:*

- Mantenimiento:*

- Otros:*

*Ingresos:*

- Venta de los equipos existentes:*

- Incremento del precio de venta del producto:*

- Incremento en la producción:*

- Venta y/o valorización de subproductos:*

- Ahorro en materias primas y auxiliares:* Ahorro en el consumo de disolvente.

- Ahorro en la gestión de contaminantes:* Ahorro en la gestión de disolventes sucios residuales.

*Período de retorno de la inversión:* Dado que la medida no supone inversión alguna y permite ahorrar materias primas y reducir el coste de la gestión de contaminantes, este período es INMEDIATO.

### **5.1.2. Buenas Prácticas**

Un capítulo bastante amplio y que ofrece muchas aplicaciones en la empresa es el de las Buenas Prácticas, ya que éstas actúan a la vez sobre diversas corrientes residuales.

En general, se trata de medidas sin ningún coste económico (al menos, directo), o con un coste pequeño, y que tienen una repercusión muy favorable en la reducción del consumo de materias primas y de la generación de contaminantes y mejoran profusamente el control y la gestión global de determinadas áreas de la empresa.

Además, dado que la empresa ya dispone de la certificación ISO-9002, una buena parte de estas recomendaciones se pueden incorporar o integrar dentro de procedimientos o instrucciones de trabajo ya existentes.

Las medidas de Buenas Prácticas para la empresa se concretan, ordenadas según su campo de aplicación, en:

1. Almacenamiento de materias y residuos.
2. Control de inventarios.
3. Manipulación de materiales.
4. Operaciones en planta.
5. Mantenimiento y conservación de instalaciones.
6. Limpieza de equipos e instalaciones.
7. Desarrollo y cumplimiento de los procedimientos de operación.
8. Segregación de los residuos.

Veamos a continuación, y de acuerdo con esta clasificación, el conjunto de propuestas de Buenas Prácticas frente a la minimización de contaminantes:

#### *1. Almacenamiento de materias y residuos*

Un almacenamiento deficiente de los materiales es una fuente potencial de obtención de residuos, como es el caso de la generación de productos caducados, un mayor riesgo de derramamiento de materiales, etc., lo que implica un peligro y un riesgo para los propios trabajadores.

Todos los procesos desarrollados por la empresa incluyen el almacenamiento de materias primas, productos, subproductos y residuos, y su transferencia de una zona de la fábrica a otra. El almacenamiento correcto constituye, por lo tanto, una oportunidad importante de minimización.

Entre las principales propuestas genéricas que se pueden recomendar tenemos las siguientes:

- Llevar a cabo un control normalizado del estado de la suciedad (grasas, polvo, etc.) de las piezas que se reciben para pintar, a fin de procurar que lleguen lo más limpias posible.
- Disponer de áreas separadas y adecuadas de almacenamiento para materias primas, productos, subproductos y residuos. Estas zonas han de estar protegidas de las inclemencias

del tiempo —luz, lluvia, calor, etc.— para evitar el deterioro del envase o del producto mismo y disponer de una solera de hormigón hidrófugo y de un sistema de recogida de aguas residuales independiente del sistema general. La zona en cuestión deberá estar convenientemente señalizada e iluminada.

- Mantener el orden establecido en el almacén y las distancias entre los materiales, para posibilitar su accesibilidad e inspección. Es preciso, además, mantener las distancias entre los productos químicos incompatibles. Los distintos bidones se tendrán que ordenar de acuerdo con la peligrosidad y el grado de utilización, lo cual facilitará su carga y descarga. Todos los materiales deberán estar convenientemente etiquetados, con indicativos de sus características y normas especiales de manipulación. Es interesante, también, almacenar los contenedores de acuerdo con las indicaciones del envasador o fabricante.

- En caso de apilar materiales, poner siempre los líquidos debajo de los sólidos y mantener los recipientes siempre bien cerrados.

- Limpiar las superficies justo antes de pintarlas, para evitar que se ensucien en el período de almacenamiento.

- Establecer un sistema de gestión de stocks, según el sistema FIFO (*first in first out*), que garantice que los materiales almacenados más antiguos sean los primeros en salir.

- Utilizar recipientes de dimensiones adecuadas al uso previsto y a las características del producto y procurar la compra al por mayor excepto en los materiales de vida corta o que no se consumen en grandes cantidades. Todo ello puede permitir reducir el número de envases, así como el material perdido en adherencias en las paredes del recipiente. Asimismo, es preferible utilizar contenedores reutilizables, como por ejemplo los de polietileno, que pueden volver a ser reutilizados y, además, son fácilmente transportables y fáciles de limpiar. Será preciso, sin embargo, vaciar completamente los recipientes para reducir la cantidad de agentes de limpieza necesarios.

- En el caso particular de los residuos, se recomienda prever y adecuar una zona específica y diferenciada para almacenarlos, como se ha mencionado anteriormente, con un número de contenedores suficiente para posibilitar su correcta segregación, según sean líquidos o sólidos, peligrosos o inertes; entre los que sean peligrosos, deberán separarse según su composición y, finalmente, separar los diferentes tipos de residuos valorizables (chatarra, plástico, cartón, papel, etc.) para reutilizarlos y reducir su volumen.

## 2. Control de inventarios

El control de inventarios tiene como consecuencia fundamental que la empresa no tenga más materias, productos y subproductos en la planta de los que sean realmente necesarios por alguna justificación u otra. Además del espacio que ocupa y del inmovilizado que supone, una ausencia de control de inventarios puede derivar en una generación de residuos procedentes de las materias primas y productos innecesarios, caducados o estropeados, que supone un doble coste para la empresa.

Como propuestas de Buenas Prácticas podemos apuntar las siguientes:

- Definir la frecuencia y la responsabilidad para los inventarios.
- Evitar las compras excesivas que puedan llegar a caducar y convertirse en un residuo.

- Estandarizar, cuando sea posible, los materiales comprados y utilizar el menor número posible de compuestos diferentes para un mismo propósito. Esto supone una reducción del coste de compra y mantenimiento, simplifica el control de inventario, mejora el seguimiento y la utilización de los materiales, y puede permitir reducir la cantidad y variedad de residuos que se han de gestionar.

- Etiquetar y registrar todos los materiales recibidos, indicando el nombre del producto, la fecha de entrada en el almacén y la fecha de caducidad (si procede). Comprobar, al mismo tiempo, que el material viene convenientemente etiquetado.

- Comprar la cantidad de material estrictamente necesaria para cada etapa de producción específica, de modo que no sobre material.

- Controlar todos los materiales al recibirlos, verificar que cumplen las especificaciones del fabricante y devolver los que no las cumplan.

- Seguir las especificaciones de los proveedores y fabricantes sobre la utilización, manipulación, almacenamiento y tratamiento de los materiales recibidos.

- En el consumo de materiales, como ya se ha dicho, llevar a cabo un sistema de gestión FIFO, con una rotación de los contenedores situados al fondo de las estanterías hacia delante cuando llega material nuevo. En todo caso, dar instrucciones por escrito y concienciar a los operarios para que utilicen primero los productos que caducan antes.

- Reducir la cantidad de envases parcialmente llenos y promover la utilización del material sobrante de operaciones anteriores. En este sentido, es muy importante adecuar el tamaño del envase a la cantidad necesaria para cada oportunidad, como también ya se ha mencionado anteriormente.

- En el caso concreto de los residuos almacenados, además, deberá fijarse la cantidad adecuada para su gestión externa y poner el nombre del residuo, las instrucciones de manipulación y almacenamiento, el nombre, el teléfono y el código de los transportistas y gestores autorizados, etc.

### 3. *Manipulación de materiales*

Durante las operaciones de manipulación, transporte, trasvase, etc., tanto de materiales como de residuos, se deben adoptar una serie de medidas para evitar derramamientos, fugas, contaminación de materiales, etc., que comportan pérdidas y generan contaminación. Por ejemplo, la contaminación de un residuo debido a una incorrecta manipulación o segregación puede generar un volumen superior de residuos, hacer disminuir las posibilidades de valorizarlo o comportar su clasificación como especial.

Entre otras, podemos recomendar las siguientes Buenas Prácticas:

- Las zonas de carga y descarga deberán estar bien iluminadas y han de estar señalizadas, limpias y sin obstáculos, especialmente las zonas de paso.

- Establecer procedimientos escritos para todas las operaciones de carga, descarga y trasvase, y prestar especial atención al hecho físico de la carga y la descarga: manipulación de palets, bidones, carreta elevadora, traspalets, bombas, etc. Es muy recomendable comprobar e inspeccionar los equipos que deberán utilizarse —bombas, pistolas, juntas, válvulas— antes de iniciar cualquier operación de trasvase, sobre todo cuando se trate de productos líquidos (por ejemplo, los disolventes y las pinturas).

- Hay que preparar asimismo procedimientos escritos de mantenimiento y revisión periódica del estado de las instalaciones utilizadas en la carga, descarga y trasvase de productos: conexiones, juntas, tanques de válvulas, mangas, bombas, etc.

- Disponer los depósitos y recipientes de manera que se evite su rotura y facilitar la detección de grietas o de corrosión. Los bidones metálicos, por ejemplo, deberán aislarse del suelo mediante palets de madera para evitar la corrosión por la humedad del suelo.

- Utilizar los recipientes siguiendo las instrucciones del fabricante y sólo para su uso original y asegurarse de que todos reciben un programa de control y de mantenimiento y que están en buenas condiciones.

- Reservar áreas de contención impermeables y limpias alrededor de los tanques o de las zonas de almacenamiento que incorporen elementos —boquillas o cubetas de retención— para recoger las posibles fugas. Estas áreas han de respetar la separación de los materiales según su naturaleza química y peligrosidad y han de evitar el contacto con la red de recogida de aguas general de la instalación.

- Asegurarse de que se trasvasa el líquido correcto al recipiente correcto, para lo cual hay que observar las normas de etiquetado que permitan conocer en todo momento el contenido de los bidones almacenados, como ya se ha citado anteriormente.

- Disponer de sistemas que permitan conocer en todo momento el volumen de líquido en los depósitos de los que dispone la empresa, evitar llenar en exceso los depósitos o recipientes y comprobar siempre el nivel del recipiente al cual trasvasamos el líquido, antes de iniciar la operación, por si acaso fuera insuficiente.

- Prever, en las zonas de trasvase, la instalación de sistemas que permitan que los operarios dejen escurrir el tiempo suficiente los elementos empleados en la operación llevada a cabo, especialmente en las zonas de trasvase de líquidos. Este escurrido deberá realizarse en un recipiente que permita recuperar el producto.

- En las operaciones de trasvase de líquidos, proceder con especial atención para evitar posibles salpicaduras y derramamientos y utilizar los equipos de forma adecuada (bomba, embudo, etc.).

- Evitar movimientos innecesarios de materiales mediante una planificación precisa: transportar la cantidad adecuada al lugar adecuado.

- Disponer de forma rápida de los materiales absorbentes adecuados a los productos manipulados normalmente para actuar en caso de fugas. Por lo tanto, deberán disponerse cerca de las zonas de manipulación y hacer que sean fácilmente accesibles al personal encargado de las operaciones.

#### 4. Operaciones en planta

A continuación, se indican una serie de consejos a seguir durante el proceso de aplicación de pintura y todas las restantes actividades relacionadas con el objetivo también de evitar la generación de contaminación:

- Dejar escurrir bien los botes y los bidones de pintura.

- Conocer la composición de las pinturas que se utilicen en la empresa y los posibles com-

ponentes nocivos. En este sentido, es muy importante solicitar y mantener actualizadas las hojas de seguridad de los productos.

- Calcular bien la cantidad de pintura necesaria para cada tarea y procurar programar los cambios para reducir al mínimo las limpiezas y los restos de materias.

- Regular los parámetros de aplicación de la pintura con el objetivo de reducir al mínimo las pérdidas de materia por aerosol sobrante (*overspray*). Los parámetros importantes que hay que tener en cuenta son los siguientes:

- presión de aire (ha de estar alrededor de los 5-6 kg/cm<sup>2</sup>)

- distancia de la pistola a la superficie que se tiene que pintar (que debe ser de unos 15 cm)

- ángulo de aplicación (perpendicular a la superficie)

- caudal de pintura en la aplicación (entre 0,3 y 0,5 l/min.)

- activar la proyección de pintura al principio y al final de cada pasada

- forma del vaho de aplicación (en función de cada pieza que se tiene que pintar, para que se adapte).

- Estudiar el diseño de las conexiones de tubos, bombas y depósitos de la instalación para que la parte que se haya de escurrir y limpiar sea mínima.

- Utilizar bolas o tacos de goma para su introducción en el interior de las mangas, al inicio de su vaciado, de modo que se pueda recuperar una buena parte del contenido de la pintura existente antes de proceder a su limpieza con disolventes.

- Comprobar que la pintura que se vaya a aplicar corresponda al trabajo que se tiene que hacer.

- No mezclar productos que no se correspondan.

- Evitar derramamientos y salpicaduras.

- Controlar periódicamente que los grifos y las conexiones no goteen.

- Si es posible, utilizar como disolvente de ajuste el que se haya empleado para escurrir y limpiar el envase anterior de la misma pintura.

- Mantener los recipientes bien cerrados.

- Conocer el funcionamiento correcto de la maquinaria y de los equipos que se han de utilizar. Cuanto más se conozcan, mayor rendimiento se sacará del equipo y habrá menos posibilidades de contaminación.

- Observar que las superficies que se tienen que pintar se encuentran en perfecto estado y no presentan irregularidades que puedan afectar a la calidad final del pintado.

## 5. *Mantenimiento y conservación de instalaciones y equipos*

El funcionamiento normal de los equipos y las máquinas provoca su desgaste y afecta al rendimiento, lo que comporta la generación de productos fuera de especificaciones, fugas, derramamientos, etc. Todo esto genera una contaminación nada menospreciable.

El mantenimiento preventivo consiste en la inspección y limpieza periódicas de los equipos y las instalaciones, incluyendo la lubricación, comprobación y sustitución de las piezas en mal estado, que constituye una buena práctica para minimizar los contaminantes. En términos

generales, se pueden reducir la cantidad de residuos y las emisiones generadas debidas a fugas y productos fuera de especificación, lo cual aumenta la vida útil de los equipos y mejora la productividad de la empresa.

Entre las principales Buenas Prácticas que contribuyen a la correcta conservación de las instalaciones y minimización de residuos, cabe citar:

- Elaborar hojas o procedimientos de mantenimiento para cada equipo o máquina con las instrucciones de uso. Es importante que se hallen cerca de cada equipo y que detallen sus características, el funcionamiento óptimo y el mantenimiento adecuados. Además, es preciso que cada hoja incluya la frecuencia y el método de limpieza del equipo, la realización de pequeños ajustes, la lubricación, la comprobación del equipo y la sustitución de pequeñas piezas. También es conveniente que recojan un registro escrito de averías producidas, cambios de piezas, ajustes realizados, fechas de revisiones y de reparaciones, etc. Se deberá indicar, por otra parte, dónde se tienen que depositar las piezas usadas y los posibles residuos generados —aceites, piezas metálicas, trapos sucios, etc.—. Estas hojas pueden ser en forma de tarjetas de datos o informatizadas.

- Elaborar, también, hojas de incidencias para cada línea o área de producción, donde el personal anote las averías, los goteos de válvulas o de juntas, las paradas de los equipos, etc. que pueden afectar a la fabricación.

- Es fundamental informar y formar al personal encargado del mantenimiento para que se ajuste a los procedimientos escritos y respete la periodicidad establecida para las revisiones. Este aspecto también es especialmente importante en lo que respecta a la gestión de los residuos que se generan como consecuencia de las operaciones de mantenimiento (disolventes sucios, serrín sucio, trapos sucios, etc.). Es importante, en este caso, no mezclarlos y acumularlos en el lugar reservado a este efecto.

- Para determinados elementos y equipos (aparatos de combustión, toros, por ejemplo) es preferible subcontratar el mantenimiento preventivo de forma externa a una empresa especializada.

## 6. *Limpieza de equipos e instalaciones*

Como ya se ha indicado anteriormente, existen diversos medios para evitar los derramamientos accidentales y las fugas, para llevar a cabo la manipulación correcta de los productos y la utilización de los elementos idóneos para los trasvases, etc. Pero, a pesar de todas las medidas de prevención citadas, una parte no deseada de los materiales siempre ensucia los equipos y las instalaciones de la empresa.

Al producirse la necesidad de limpiar, la secuencia de actuaciones recomendable que hay que seguir es: aislar el producto derramado para evitar que se propague, recogerlo de manera que se pueda reutilizar o reducir su volumen y, finalmente, limpiar el suelo o lo que se haya ensuciado. Esta secuencia posibilitará el ahorro en detergentes de limpieza y agua, permitirá reducir la carga contaminante de las aguas residuales vertidas y, en caso de que no sea factible reutilizar el producto, facilitará que se pueda segregar y gestionar como residuo.

Como normas generales, en la limpieza de equipos e instalaciones se recomienda a la empresa lo siguiente:

1. Informar, formar, concienciar y supervisar al personal encargado de limpiar.
2. Sustituir los sistemas manuales por sistemas automáticos, más eficientes.
3. Establecer procedimientos escritos de limpieza.

Concretamente, algunas Buenas Prácticas recomendables en este apartado son las que se citan a continuación:

- Establecer y dar a conocer procedimientos escritos que describan, en función del producto derramado, las acciones que se han de llevar a cabo, el orden en el cual se deberán realizar y los materiales que hay que utilizar. Se trata de conseguir la máxima eficiencia en la limpieza con el mínimo de recursos y reducir al máximo el número de operaciones de limpieza para evitar cualquier limpieza innecesaria.

- El primer objetivo es, siempre que sea posible, aislar el foco y, a continuación, recoger el material derramado de manera que se pueda reutilizar. En el caso de líquidos (los disolventes, por ejemplo) es importante construir depósitos de retención en las zonas de trasvase y almacenamiento que no tengan que estar conectados al alcantarillado o redes de drenaje internas. Para los sólidos, es suficiente con evitar el contacto del sólido con el agua o de otros productos que provoquen su propagación.

- Disponer del material adecuado para aislar los distintos tipos de productos que se suelen manipular en la empresa —pinturas, disolventes— y que se pueden derramar accidentalmente, como podrían ser bandejas o recipientes para poner debajo del bidón que actúen como depósitos de retención para recoger el líquido que pueda verterse.

- Disponer del material adecuado para limpiar el suelo o el emplazamiento afectado por una fuga o un derramamiento, una vez aislado el foco y recogido el producto derramado. Este material ha de ser fácilmente accesible para el personal y, por ello, deberá localizarse cerca de los puntos donde puede ser más necesario. Siempre que sea posible, es mejor emplear la limpieza mecánica en lugar de la química.

- Proceder a la limpieza de los equipos de proceso (pistolas, mangas, depósitos) de forma periódica, para mantenerlos en correctas condiciones y, al mismo tiempo, facilitar su limpieza.

- Para la limpieza de equipos, procurar utilizar el sistema de limpieza en cascada o a contracorriente: utilizar, para la primera limpieza, el disolvente más sucio que tengamos, seguir con otro medianamente sucio y acabar la operación con la menor cantidad posible de disolvente limpio.

- En este sentido, es muy interesante recoger y reutilizar los disolventes de limpieza en el mismo lote o en futuros lotes del mismo color y calidad, o en productos muy similares, ya que de esta manera se reducirán sensiblemente las mermas de producción y la cantidad final de residuos que se tendrá que tratar.

- Tal como se ha dicho anteriormente, deberán utilizarse bolas o tacos de goma para vaciar las mangas y, de este modo, reaprovechar la pintura recogida.

- En caso de requerirse métodos de limpieza química (como, por ejemplo, la limpieza del suelo con agua y una solución desengrasante), los parámetros de control que hay que tener en cuenta son: el tiempo, la temperatura, la concentración y la turbulencia necesarios para una operación eficaz. Para reducir la cantidad de disolución de limpieza, es preciso, por este orden:

- limpiar con métodos mecánicos o no químicos en el momento y lugar adecuados, como es el caso de azuelas, cepillos, aspiración, etc.;
- utilizar mangas o aerosoles a presión, que permiten ahorrar agua y/o productos de limpieza (agua, vapor de agua);
- usar agua con tensioactivos u otros productos (como agentes de suspensión y emulsionantes);
- reutilizar el agua con detergentes de una limpieza anterior, para hacer un primer lavado, al objeto de conseguir una concentración de contaminantes y un menor volumen de agua sucia de limpieza.

## 7. Desarrollo y cumplimiento de los procedimientos de operación

La existencia de documentos o procedimientos de operación escritos que recojan todos los datos, operaciones e instrucciones referentes a los distintos procesos llevados a cabo, como es en el caso de la ISO 9002, asegura que cada tarea esté bien definida y, además de mejorar la eficiencia en la producción, puede reducir la generación de contaminantes. Por otra parte, nos podemos encontrar con un despilfarro de materias primas, procesos ineficientes, etc., que, en conjunto, contribuirán a una mayor generación de residuos y a aumentar el riesgo de accidentes.

Especialmente en este apartado, es necesaria la implicación de todos los niveles operativos, cada uno de ellos en su parcela de responsabilidad, en la elaboración y la implantación de estos procedimientos de actuación.

Como recomendaciones concretas, podemos apuntar las siguientes:

- En primer lugar, seleccionar los procedimientos normales de operación de los procesos realizados con mayor frecuencia en la fábrica. Será preciso detallar más las operaciones que pueden tener mayor repercusión ambiental, como por ejemplo:

- procesos de fabricación,
- operaciones de mantenimiento,
- limpieza de equipos e instalaciones,
- almacenamiento y trasvase de materiales,
- actuación ante fugas o derramamientos.

Es importante que cada procedimiento incorpore la descripción de los procesos globalmente, defina cada uno de los trabajos individuales e indique las tareas que deberá realizar cada operario o responsable, el método de actuación, los medios previstos, etc.

- Hacer que se respete el contenido de los procedimientos elaborados y evitar improvisaciones u omisiones de las instrucciones establecidas.

- En el caso de fugas o derramamientos, sería necesario disponer de un procedimiento genérico donde se describan las primeras actuaciones que se deberán llevar a cabo y donde se indiquen los responsables que tendrán que ser avisados.

- Mantener un registro de datos sobre la generación de contaminantes para cada línea de proceso o área de la empresa, así como los costes asociados. El objetivo consiste en identificar las áreas que requieren, con mayor necesidad, una mejora y, posteriormente, evaluar los resultados de las prácticas mejoradas.

## 8. Segregación de los residuos

La segregación correcta de los distintos tipos de residuos generados por la empresa hace posible que se minimicen y permite efectuar una gestión más adecuada de cada tipo de residuo e incrementar su potencial de reciclaje y recuperación, con el consiguiente ahorro económico asociado al tratamiento. Por contra, la mezcla de los diferentes tipos de residuos —como se está llevando a cabo actualmente con muchos de los residuos— provoca el despilfarro de materias primas al reducir la posibilidad de reutilización, la contaminación entre los residuos, un volumen más elevado, y, en definitiva, el incremento de los costes de gestión.

Será preciso, por lo tanto, separar en la empresa los residuos que se generan, de acuerdo con sus características. En concreto, se puede recomendar:

- Dotar de medios e instrucciones por escrito de forma que se puedan segregar los residuos generados, de acuerdo con el aspecto siguiente:

- Separar los residuos según sus características fisicoquímicas: aislar los residuos líquidos de los sólidos, separar los residuos especiales de los no especiales y de los inertes, segregar los residuos tóxicos según los tipos de componentes mayoritarios. Dentro de los residuos inertes o de los banales, es interesante segregarlos por tipo, de modo que también sea posible una valorización externa (madera, cartón, chatarra según su composición, plástico, etc.).

- Esta segregación presupone disponer de contenedores específicos que, además, sería interesante ubicar cerca de cada área de trabajo, en la fábrica o las oficinas, almacenes o patio exterior de la empresa.

- Como ya se ha indicado en el apartado correspondiente al almacén, hay que prever y adecuar (pavimentar, cubrir, etc.) y señalar la zona donde se almacenan los distintos contenedores hasta que sean retirados por un gestor autorizado. Cada contenedor deberá señalizarse adecuadamente con el tipo de residuo, el código, las condiciones de almacenamiento y manipulación, el nombre y teléfono del gestor, etc., tal y como ya se ha visto anteriormente.

- Nombrar a responsables encargados del correcto uso de cada contenedor y zona de almacenamiento, y que avisen al transportista autorizado para vaciar o sustituir el contenedor cuando éste esté lleno.

- Favorecer la reutilización del material de embalaje, ya sea en la empresa misma o devolviéndolo al proveedor.

- Informar, formar e incentivar al personal de la empresa sobre la necesidad de segregar los residuos.

## 5.2. Recuperación y reciclaje

Cuando no hay manera de reducir más en origen la generación de un contaminante, el paso siguiente es intentar recuperarlo y reutilizarlo de nuevo en el proceso o en otra actividad, aunque sea secundaria.

En el caso de DECAYPRINT, SA, las alternativas de recuperación y reciclaje en origen van dirigidas a:

- Recuperar y reciclar el disolvente sucio de pintura.
- Recuperar y reciclar las aguas de cabina de pintura.

En el terreno del reciclaje externo, se propone a la empresa:

- Limpiar los botes y bidones de pintura vacíos.

Veamos, a continuación, cada una de estas propuestas:

### *DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN*

- *Corriente residual analizada:* Limpieza de la pintura de equipos y instalaciones.
- *Alternativa de minimización:* Reducir el consumo de disolvente y generar menos disolvente sucio residual.
- *Opciones de minimización:* Instalar un destilador para recuperar el disolvente sucio.
- *Otras corrientes afectadas:*
- *Materias primas afectadas:* Disolvente de limpieza.
- *Procesos o productos afectados:* Limpieza de equipos e instalaciones de aplicación de pintura.
- *Posible ahorro en los consumos de materias primas y auxiliares:* Reducción de un 80% en el consumo de disolvente de limpieza.
- *Posible reducción de contaminantes:* Disminución de un 70% de la cantidad de disolvente residual sucio con pintura.

- *Justificación técnica de cada opción:*

- Contraste de la tecnología:* Estos pequeños equipos hace años que funcionan en el sector y se obtienen unos resultados muy satisfactorios en todos los casos.

- Efecto sobre la calidad del proceso o producto:* Ninguno.

- Requisitos de espacio:* Poco, los equipos pueden ocupar aproximadamente 1 m<sup>3</sup>.

- Tiempo de implantación:* Una vez tomada la decisión, el equipo se implanta casi inmediatamente en la empresa, porque no se precisa ninguna modificación de instalaciones ni de servicios.

- Requisitos para utilizarla:* Ninguno en especial, simplemente seguir las instrucciones de funcionamiento y mantenimiento determinadas por el fabricante.

- *Justificación económica de cada opción (en €):*

*Gastos:*

- Equipos:* unos 3.005 €/equipo. Coste total: 9.015 €

- Instalación:*

- Ingeniería:*

- Servicios:*

- Puesta en marcha:
- Valor del equipo al final de su vida útil: 601 €
- Formación:
- Materias primas:
- Gestión de contaminantes:
- Operación:
- Mantenimiento:
- Otros:

*Ingresos:*

- Venta de los equipos existentes:
- Incremento del precio de venta del producto:
- Incremento en la producción:
- Venta y/o valorización de subproductos:
- Ahorro en materias primas y auxiliares: reducción de un 80% del consumo de disolvente de limpieza:  $23.000 \text{ l} \times 80\% = 18.400 \text{ l}$ ;  $18.400 \text{ l/año} \times 0,6 \text{ €/l} = 11.040 \text{ €/año}$ .
- Ahorro en la gestión de contaminantes: reducción de un 80% del volumen de disolventes sucios:  $6.000 \text{ l} \times 80\% = 4.800 \text{ l}$ ; por tanto, quedan 1.200 por gestionar:  $(1.200 \text{ l} \times 0,02 \text{ €/l de transporte}) + (1.200 \text{ l} \times 0,42 \text{ €/l de tratamiento externo}) = 528 \text{ €/año}$ ;  $2.674,5 \text{ €/año actuales} - 528 \text{ €/año con la alternativa} = 2.146,5 \text{ € de ahorro/año}$ .

*Período de retorno de la inversión:* Entre los ahorros en materias primas y gestión de residuos, el período de recuperación es de unos 7 meses y medio.

### DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN

- *Corriente residual analizada:* Aguas de cabina de pintura.
- *Alternativa de minimización:* Reciclar las aguas de cabinas de pintura.
- *Opciones de minimización:* Instalar un equipo de separación por flotación de los contaminantes (tipo ) de estas aguas para reutilizarlas en la empresa.
- *Otras corrientes afectadas:* Ninguna.
- *Materias primas afectadas:* Agua de red.
- *Procesos o productos afectados:* Aplicar pintura a cabinas.
- *Posible ahorro en los consumos de materias primas y auxiliares:* Eliminación a cero del consumo de agua de red destinada a rellenar las cabinas cada vez que se vacían para su tratamiento externo.
- *Posible reducción de contaminantes:* Reducción de un 100% del agua residual de cabinas sucias de pintura y disolventes.
- *Justificación técnica de cada opción:*
  - Contraste de la tecnología:* Los  son equipos totalmente probados e instalados en grandes empresas que tienen líneas de aplicación de pintura.

- Efecto sobre la calidad del proceso o producto:* Ninguno.
- Requerimiento de espacio:* Dado el volumen de aguas que hay que tratar y su frecuencia de vaciado, el equipo para la empresa podría ocupar, aproximadamente, unos 2-3 m<sup>2</sup>.
- Tiempo de implantación:* El equipo requiere la modificación de conducciones, desde las cabinas hasta el equipo, la instalación eléctrica, etc. Además, podría ser necesario un depósito previo de recepción de aguas y de bombeo hasta el equipo. En definitiva, puede suponer un tiempo de implantación de unos 3-4 meses.
- Requisitos para utilizarla:* Aparte de las instrucciones de funcionamiento y mantenimiento determinadas por el fabricante, es preciso que el responsable de la empresa tenga ciertos conocimientos sobre los tratamientos fisicoquímicos de aguas residuales.

• *Justificación económica de cada opción (en €):*

*Gastos:*

- Equipos:* unos 15.025 €
- Instalación:* unos 3.005 €
- Ingeniería:*
- Servicios:* 6.010 €
- Puesta en marcha:*
- Valor equipo al final vida útil:* 1.202 €
- Formación:*
- Materias primas:*
- Gestión de contaminantes:*
- Operación:* unas 0,04 €/l x 17.000 l/año = 700 €/año
- Mantenimiento:* unas 901,5 €/año
- Otros:*

*Ingresos:*

- Venta de los equipos existentes:*
- Incremento del precio de venta del producto:*
- Incremento en la producción:*
- Venta y/o valorización de subproductos:*
- Ahorro en materias primas y auxiliares:* Reducción de un 100% del consumo de agua de red para las cabinas: 17.000 l/año x 0,0013 €/l = 23 €/año
- Ahorro en la gestión de contaminantes:* reducción de un 100% del volumen de agua que se ha de tratar externamente (según la tabla 14 de costes de gestión): 2.704,5 €/año.

*Período de recuperación de la inversión:* Unos 13 años.

## 6. Otras consideraciones

Existen determinados residuos que un tercero puede recuperar y reciclar, en función de los tratamientos y las operaciones a las que la empresa los someta.

## DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN

- *Corriente residual analizada:* Botes metálicos vacíos sucios con restos de pintura.
- *Alternativa de minimización:* Recuperación y valorización de chatarra procedente de los botes vacíos y limpios.

- *Opciones de minimización:* Instalar un equipo de limpieza de botes y bidones metálicos vacíos.
- *Otras corrientes afectadas:* Regenerar disolventes sucios de limpieza de pintura.
- *Materias primas afectadas:* Disolvente de limpieza.
- *Procesos o productos afectados:* Limpiar equipos e instalaciones.
- *Posible ahorro en los consumos de materias primas y auxiliares:* Ninguno
- *Posible reducción de contaminantes:* Valorizar un residuo que actualmente se está gestionando incorrectamente.

- *Justificación técnica de cada opción:*

- Contraste de la tecnología:* Los equipos de limpieza de botes de pintura vacíos, sucios, con restos de pintura, los utilizan muchas empresas del sector.

- Efecto sobre la calidad del proceso o producto:* Ninguno.

- Requisitos de espacio:* La máquina de limpieza en cuestión ocupa poco espacio, alrededor de 1 m<sup>2</sup>.

- Tiempo de implantación:* Una vez tomada la decisión, la instalación de la máquina puede ser más o menos inmediata.

- *Justificación económica de cada opción (en €):*

*Gastos:*

- Equipos:* unos 2.404 €

- Instalación:*

- Ingeniería:*

- Servicios:* 300,5 €

- Puesta en marcha:*

- Valor del equipo al final de su vida útil:* 480,8 €

- Formación:*

- Materias primas:*

- Gestión de contaminantes:*

- Operación:* unos 0,3 €/bote

- Mantenimiento:* unos 601 €/año

- Otros:*

*Ingresos:*

- Venta de los equipos existentes:*

- Incremento del precio de venta del producto:*

- Incremento en la producción:*

- Venta y/o valorización de subproductos:*
- Ahorro en materias primas y auxiliares:* existirá un consumo extra de disolvente de limpieza pero que puede reciclarse en el caso de que también se disponga de la máquina de destilación de disolventes.
- Ahorro en la gestión de contaminantes:* 9.015 €.

*Período de recuperación de la inversión:* Aproximadamente, unos 11 meses.

## 7. Cuadro resumen de las alternativas de minimización

Alternativa	Opción de minimización	Periodo de recuperación
	<b>REDUCCIÓN EN ORIGEN</b>	
Mat. primas menos contaminantes	Pinturas en base acuosa y alto contenido sólido	No calculable
Tratamiento previo de materias	Ajustar viscosidad pintura con disolvente sucio	Inmediato
Modificación de procesos	Adquirir máquina de entremezclas	<6 meses
Cambios en secuencia producción	Planificar secuencia aplicación colores	Inmediato
Buenas Prácticas	Aplicar Buenas Prácticas	Inmediato
	<b>RECICLAJE Y REUTILIZACIÓN</b>	
Reutilización disolvente sucio	Adquirir un destilador	7,5 meses
Reutilización aguas cabinas	Adquirir un *****	13 años
Valorización botes como chatarra	Adquirir una máquina de limpieza botes	11 meses

# Bibliografía

---

**ABAG-Abfallberatungsagentur.** *Manual para realizar la gestión y auditoría medioambiental.* 1995.

**Agencia Europea de Medio Ambiente.** *La efectividad de los acuerdos ambientales.* Serie de cuestiones ambientales, n.º 3. Vol. 1. 1997.

**Departament de Medi Ambient.** *Manual de Bones Pràctiques per a una correcta gestió ambiental a les empreses del sector industrial del plàstic.* Generalitat de Catalunya. 1996.

**Egyptian Environmental Affairs Agency.** *Self-monitoring guidebook.* Zero edition. 1998.

**Egyptian Environmental Affairs Agency.** *Industrial Environmental Inspection. Guidelines for Inspectorate management.* 1999.

**European Commission.** *The Premise Manual. A manual for preventive environmental management in small enterprises.* Directorate General XII. 1995.

**Institut Cerdà.** *Manual de minimització de Residus i Emissions Industrials.* 1992.

**Junta de Residus.** *Reducció de Residus. Guia per a l'avaluació d'oportunitats als processos industrials.* Generalitat de Catalunya. 1991.

**Ministerio de Industria y Energía.** *Manual Media. Minimización económica del impacto ambiental en la industria.* 1995.

**Ministry of the Environment. Lebanon.** *Introducing Cleaner Production Options in the Lebanese tanning sector.* 1998.

**US EPA.** *Business guide for reducing solid waste.* 1993.

**US EPA.** *Waste minimization opportunity assessment manual.* 1988.

**US EPA.** *Waste minimization. Environmental Quality with Economic Benefits.* 1990.

**[http://www.mam.gov.tr/ingilizce\\_uretim.html](http://www.mam.gov.tr/ingilizce_uretim.html)**

**<http://www.unido.org/ssites/env/ncpc/envncpc20.html>**



**Centro de Actividades Regionales  
para la Producción Limpia (CAR/PL)**

París, 184 - 3.<sup>a</sup> planta  
08036 Barcelona (España)  
Teléfono: (+34) 934 151 112  
Fax: (+34) 932 370 286  
E-mail: [cleanpro@cipn.es](mailto:cleanpro@cipn.es)  
Web: <http://www.cipn.es>

La prevención de la contaminación durante la actividad productiva de la empresa protege el medio ambiente y, a la vez, optimiza el aprovechamiento de los recursos y la gestión empresarial.

El primer paso para adoptar una estrategia empresarial ecoeficiente es conocer los procesos, las corrientes residuales generadas y las oportunidades de minimización y de ahorro para cada corriente que no han sido aprovechadas.

Este libro, realizado por el Centro de Actividades Regionales para la Producción Limpia (CAR/PL) en el marco del Plan de Acción para el Mediterráneo, presenta de una manera sencilla y clara la metodología desarrollada por el Centro de Iniciativas para la Producción Limpia (CIPL) para llevar a cabo el Diagnóstico Ambiental de Oportunidades de Minimización (DAOM): una herramienta que permite identificar estas oportunidades en los diferentes procesos de la empresa y valorar posibles alternativas técnica y económicamente viables de reducción y reciclaje en origen de las corrientes residuales.

**Centro de Actividades Regionales  
para la Producción Limpia  
(CAR/PL)**

París, 184 - 3.ª planta  
08036 Barcelona (España)  
Teléfono: (+34) 934 151 112  
Fax: (+34) 932 370 286  
E-mail: [cleanpro@cipn.es](mailto:cleanpro@cipn.es)  
Web: <http://www.cipn.es>

**Plan de Acción para  
el Mediterráneo**

