

**Referentes para la calidad ambiental
y la ecoeficiencia del
Sector de la Industria
en Murcia**



Agradecimientos:

TECNOMAD, INDUSTRIAS JOVIR, S.L., Antonio Nicolás Montoya S.A., Talleres Andrés Martínez, S.A. (TAMAR), Gabino García Serrano y Cía., S.L., Bo Impresores (Artes Gráficas Mariano Bo), Chubb, S.L., EUPINCA, FÁBRICA DE PINTURAS, S.A., Zafrilla, S.L.

Edita

Región de Murcia
Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente
Dirección General de Calidad Ambiental

Ficha técnica

Documentación y redacción: Consultores Premier

Diseño y producción editorial: Baetica S.L.

Impresión: Lerkoprint S.A.

Deposito Legal: M-24132-2004

Esta publicación puede ser reproducida total o parcialmente siempre que sea con fines educativos y no lucrativos, debiendo en todo caso, citarse la fuente.

Introducción

Con la realización de este proyecto, la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente de la Región de Murcia desea apoyar a las empresas murcianas en la adopción de prácticas de ecoeficiencia, facilitando la orientación de sus actividades hacia el ahorro, la minimización y la eficiencia

Las posibilidades reales de hacer posible el concepto de desarrollo sostenible están ligadas a la capacidad de la humanidad para romper la vinculación existente entre bienestar y consumo de recursos.

La necesidad de buscar soluciones que hagan viable el concepto de sostenibilidad, en el marco de la actual economía de mercado, ha determinado el desarrollo de una nueva forma de afrontar este reto mediante lo que se ha venido a denominar ecoeficiencia.

El concepto de ecoeficiencia entronca directamente con el concepto de rentabilidad empresarial porque, además de la reducción de costes y disminución del gasto material, la puesta en práctica de la ecoeficiencia trae consigo una mejora del comportamiento ambiental, creando valor añadido para la empresa.

La ecoeficiencia representa un potente instrumento para abordar el desarrollo sostenible desde la posición de la empresa y supone una importante herramienta de mejora de la competitividad y el desarrollo tecnológico. En este sentido, la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente de la Región de Murcia, en su línea de formulación de políticas y estrategias tendentes a contribuir al desarrollo sostenible en la Región, ha llevado a cabo una iniciativa en el sector de la industria, dirigida a promover la integración de la ecoeficiencia en empresas murcianas, con el objetivo de:

- ▶ Dar a conocer las oportunidades que ofrece la ecoeficiencia para mejorar su posición competitiva.
- ▶ Difundir las herramientas y las experiencias de éxito existentes.
- ▶ Desarrollar proyectos piloto concretos de demostración en empresas que den lugar a mostrar las ventajas de la producción ecoeficiente y que se constituyan en Referentes para la Calidad Ambiental y la Ecoeficiencia en la Comunidad Autónoma de Murcia.

Sin embargo, la adopción de una estrategia ecoeficiente en la empresa es un proceso gradual que requiere importantes cambios en la cultura empresarial. Por este motivo, los proyectos llevados a cabo se sitúan en la frontera entre la prevención de la contaminación y la ecoeficiencia, pero pueden servir como fuerza impulsora para:

- ▶ Mejorar la competitividad de los productos y servicios ofrecidos por las empresas del sector de la industria.
- ▶ Identificar nuevas oportunidades de mercado.
- ▶ Situar a las empresas murcianas a la vanguardia del compromiso con el medio ambiente.

Ventajas de la ecoeficiencia para la empresa

- Permite la obtención de ahorros mediante la optimización del uso de recursos y la disminución de la contaminación
- Reduce los riesgos ambientales y mejora la seguridad de los trabajadores
- Estimula la innovación y la obtención de beneficios a través de un aumento de la eficiencia.
- Permite adelantarse a las necesidades de los consumidores y detectar nuevas oportunidades de negocio
- Refuerza el compromiso de la dirección de la empresa y los trabajadores en un proyecto de mejora continua.
- Aumenta el valor de la empresa y la confianza de las partes interesadas.

Índice

1. Fabricación de muebles de madera	7
1.1. Introducción al sector	9
1.2. El sector en Murcia	9
1.3. Proceso productivo	10
1.4. Aspectos medioambientales	12
1.5. Experiencias de éxito relevantes para el sector	14
1.6. Proyecto de implantación de una mejora de ecoeficiencia en Murcia: El caso TECNOMAD	20
2. Recubrimientos metálicos	25
2.1. Introducción al sector	27
2.2. El sector en Murcia	28
2.3. Proceso productivo	29
2.4. Aspectos medioambientales asociados al recubrimiento metálico	31
2.5. Experiencias de éxito relevantes para el sector	32
2.6. Proyecto de implantación de una mejora de ecoeficiencia en Murcia: El caso Industrias Jovir, S.L.	39
3. Talleres de reparación de vehículos	43
3.1. Introducción al sector	45
3.2. El sector en Murcia	46
3.3. Proceso productivo	46
3.4. Aspectos medioambientales asociados a los talleres de reparación de vehículos	48
3.5. Experiencias de éxito relevantes para el sector	49
3.6. Proyecto de implantación de una mejora de ecoeficiencia en Murcia: El caso Antonio Nicolás Montoya S.A.	54
4. Talleres de carpintería metálica	57
4.1. Introducción al sector	59
4.2. El sector en Murcia	59
4.3. Aspectos medioambientales del sector	60
4.4. Experiencias de éxito relevantes para el sector	60
4.5. Proyecto de implantación de una mejora de ecoeficiencia en Murcia: El caso TAMAR	66
5. Curtido de pieles	73
5.1. Introducción al sector	75
5.2. El sector en Murcia	75
5.3. Descripción del proceso	76
5.4. Aspectos medioambientales del sector	77
5.5. Experiencias de éxito relevantes para el sector	79
5.6. Proyecto de implantación de una mejora de ecoeficiencia en Murcia: El caso Gabino García Serrano y Cía, S.L.	88

6. Artes gráficas	93
6.1. Introducción al sector	95
6.2. El sector en Murcia	96
6.3. Descripción del proceso	97
6.4. Aspectos medioambientales del sector	98
6.5. Experiencias de éxito relevantes para el sector	99
6.6. Proyecto de implantación de una mejora de ecoeficiencia en Murcia: El caso Bo Impresores	104
7. Industria químicas de fabricación y formulación de productos de limpieza	109
7.1. Introducción al sector	111
7.2. El sector en Murcia	114
7.3. Proceso productivo	114
7.4. Aspectos medioambientales asociados a las industrias de fabricación de productos de limpieza	117
7.5. Experiencias de éxito relevantes para el sector	118
7.6. Proyecto de implantación de una mejora de ecoeficiencia en Murcia: El caso Chubb, S.L.	125
8. Fabricación y formulación de pinturas y barnices	129
8.1. Introducción al sector	131
8.2. El sector en Murcia	132
8.3. Proceso de fabricación de pinturas	133
8.4. Aspectos medioambientales asociados a la fabricación de pinturas y barnices	134
8.5. Experiencias de éxito relevantes para el sector	136
8.6. Proyecto de implantación de una mejora de ecoeficiencia en Murcia: el caso EUPINCA	144
9. Industria del calzado	151
9.1. Introducción al sector	153
9.2. El sector en Murcia	154
9.3. Descripción del proceso	156
9.4. Aspectos medioambientales del sector	157
9.5. Experiencias de éxito relevantes para el sector	157
9.6. Proyecto de implantación de una mejora de ecoeficiencia en Murcia: El caso Zafrilla, S.L.	160
10. Tintorerías y lavanderías	165
10.1. Introducción al sector	167
10.2. El sector en Murcia	167
10.3. Descripción del proceso	168
10.4. Aspectos medioambientales del sector	169
10.5. Experiencias de éxito relevantes para el sector	170
10.6. Proyecto de implantación de una mejora de ecoeficiencia en Murcia	175



Referentes para la calidad ambiental y
la ecoeficiencia del Sector de
la Industria en Murcia

Fabricación de muebles de madera



1. Fabricación de muebles de madera

>> 1.1. Introducción al sector



La fabricación de muebles de madera se encuentra incluida en la Clasificación Nacional de Actividades Económicas en los siguientes grupos:

- ▶ Grupo 36.11 Fabricación de sillas y otros asientos.
- ▶ Grupo 36.12 Fabricación de muebles de oficina y establecimientos comerciales.
- ▶ Grupo 36.13 Fabricación de muebles de cocina y baño.
- ▶ Grupo 36.14 Fabricación de otros muebles.

Nota: La fabricación de muebles incluidos en estos grupos del CNAE puede ser realizada en otros materiales, aparte de madera.

En el año 2002 existían 21.404 empresas dedicadas a la fabricación de muebles (incluyendo la fabricación de colchones) en el ámbito nacional.

El sector de fabricación de muebles en España

	Empresas		Locales	
	Número	%	Número	%
Sin asalariados	7.466	34,88	7.709	34,15
De 1 a 5 asalariados	9.272	43,32	10.146	44,94
De 6 a 9 asalariados	1.789	8,36	1.850	8,19
De 10 a 19 asalariados	1.525	7,12	1.568	6,94
De 20 a 49 asalariados	1.040	4,86	1.001	4,43
De 50 a 99 asalariados	221	1,04	220	0,98
De 100 a 199 asalariados	60	0,28	56	0,25
De 200 a 499 asalariados	22	0,10	20	0,09
De 500 o más asalariados	9	0,04	6	0,03
Total	21.404	100	22.576	100

Fuente: DIRCE. INE. 2002

La fabricación de muebles de madera cuenta con un gran peso dentro de la industria española por el empleo que genera, ya que en el año 2000 ocupaba a 131.234 trabajadores.

La producción de muebles en España durante el año 2000 alcanzó la cifra de 8.414 millones de euros, lo que representa un crecimiento del 6,6% respecto al año anterior, según el Informe Sectorial del Mercado del Mueble realizado por el Instituto Tecnológico AIDIMA.

>> 1.2. El sector en Murcia

La industria del mueble de la Región de Murcia está avalada y consolidada tras casi un siglo de historia. El número de empresas y variedad de productos fabricados sitúan a esta industria en el cuarto lugar del "ranking" nacional. Se trata de un sector clave dentro de la economía murciana y que en la última década ha experimentado un notable desarrollo, especialmente en el capítulo de mercados exteriores.

Según datos de la Feria Virtual de la Región de Murcia, iniciativa del Instituto de Fomento y de las Cámaras Oficiales de Comercio de Murcia, Cartagena y Lorca, la Región de Murcia cuenta con unas 1.000 empresas dedicadas a la fabricación de toda clase de muebles. La mayor concentración - casi el 50% del total- se localizan en Yecla, a unos 100 km de la capital regional. El tamaño de las empresas varía, ya que conviven empresas de más de 100 trabajadores con otras -la mayoría- de entre 20 y 40 trabajadores.

En las pequeñas factorías predomina la fabricación de piezas de carpintería y muebles de cocina, mientras que las grandes están especializadas en mobiliario de comedor, dormitorio y muebles tapizados.

El principal destino de las exportaciones es la Unión Europea, con un 50% del total de la producción. El segundo mercado de destino es Asia con un 30% del total. Asimismo existen mercados emergentes como la Europa Oriental con un elevado crecimiento durante los últimos años.

>> 1.3. Proceso productivo



A continuación se muestra un esquema del proceso productivo que se realiza en la fabricación de muebles de madera:



Recepción y almacén de materias primas

En primer lugar se realiza la recepción de las materias primas, cada una de las cuales se almacena teniendo en cuenta su naturaleza y función en el proceso de fabricación.

De tal modo se pueden tener los siguientes almacenes:

- ▶ Madera y similares.
- ▶ Recubrimientos textiles.
- ▶ Elementos metálicos.
- ▶ Productos químicos.
- ▶ Otros (envases, lijas, etc).

Las condiciones de almacenamiento son muy importantes tanto para obtener un producto de calidad, como para minimizar el impacto del entorno.

Preparación y mecanizado

La materia prima se prepara con acciones como cepillado y regruessado, antes de ser mecanizada.

En el caso de tableros de madera el mecanizado consiste en:

- ▶ Corte a medida.
- ▶ Cepillado.
- ▶ Regruessado.
- ▶ Moldurado/fresado.
- ▶ Taladrado.
- ▶ Lijado.

Para el resto de tableros las operaciones a realizar son:

- ▶ Seccionado.
- ▶ Perfilado.
- ▶ Chapado de cantos.
- ▶ Taladrado.
- ▶ Lijado.

Al mecanizar la madera y los tableros, se produce una elevada cantidad de residuos en forma retales de madera, virutas y serrín y polvo.

Premontaje

En algunas ocasiones y para determinadas piezas se realiza un premontaje mediante encolado de mueble y ajuste antes de ser enviado a la sección de pulimiento.

Acabado o pulimiento

Es la sección de mayor impacto ambiental. Después del lijado de la madera y siempre y cuando se le quiera dar a la madera o derivado de ésta un color distinto, se le somete a un proceso de tintado, seguido de secado. Una vez seco, se aplica una primera capa de barniz y/o pintura, llamada "fondo". Tras ello se deja secar para el posterior lijado y se vuelve a aplicar otra capa de pintura y/o barniz llamada acabado. Estas dos últimas etapas pueden repetirse varias veces a criterio de la empresa.

Montaje

Una vez barnizadas las piezas se llevan a la sección de montaje donde se ensamblan y se fijan los herrales y elementos adicionales, terminándose de fabricar el mueble.

Embalaje y expedición

Son las últimas fases antes de salir el mueble de fábrica. Es de suma importancia el cuidado del embalaje y el sistema de transporte escogido para reducir la generación de defectos y devoluciones.

>> 1.4. Aspectos medioambientales

Sección mecanizado y premontaje

En los procesos de fabricación de muebles se generan residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera. A continuación se detalla la generación de residuos en cada uno de los procesos señalados en el apartado anterior.

En la sección de preparado, mecanizado y premontaje se generan residuos sobre todo al mecanizar la madera.

Los **residuos sólidos** que se pueden generar son los siguientes:

Residuos sólidos	Clasificación
Retales de madera maciza	No peligroso
Retales de tableros de partículas, fibras o contrachapados	No peligroso
Virutas, serrín y polvo de madera	No peligroso
Serrín y polvo de tableros de partículas, fibras o contrachapados	No peligroso
Lijas usadas	No peligroso
Envases vacíos de colas de montaje	No peligroso

Fuente: Manual de Buenas Prácticas Medioambientales para el sector del Mueble. CETEM

Si la empresa dispone de una encoladora de rodillos, los residuos generados son:

Residuos sólidos	Clasificación
Retales de chapas	No peligroso
Envases plásticos de resina de urea/formaldehído	Peligroso
Restos sólidos de cola U/F	Peligroso

Fuente: Manual de Buenas Prácticas Medioambientales para el sector del Mueble. CETEM

En esta sección los únicos **vertidos líquidos** que se producen son los de las aguas procedentes de los servicios y duchas. Si la empresa dispone de encoladora, entonces si se generan vertidos líquidos:

Vertidos líquidos	Clasificación
Aguas residuales empleadas en la limpieza de la encoladora	Peligroso

Fuente: Manual de Buenas Prácticas Medioambientales para el sector del Mueble. CETEM

Las **emisiones atmosféricas** que se producen son las emisiones de partículas producidas por el sistema de aspiración en ebanistería y lijado.

Sección de acabado o pulimiento

Cabe señalar que, prácticamente, todos los residuos generados en esta sección son catalogados como peligrosos, por eso esta sección es la más contaminante.

Residuos sólidos	Clasificación
Restos de barnices, tintes y pinturas	Peligroso
Envases vacíos de plástico que han contenido tintes, barnices y/o pinturas	Peligroso
Envases vacíos de metal que han contenido tintes, barnices y/o pinturas	Peligroso
Productos sólidos fuera de especificación, uso, productos caducados	Peligroso
Lodos de recuperadores de disolvente	Peligroso
Restos sólidos de limpieza de la cabina de barnizado	Peligroso
Trapos, papeles de limpieza, cartones situados en las cabinas de barnizado	Peligroso
Materiales empleados como filtros en las cabinas de barnizado	Peligroso
Lijas usadas con restos de barnices	Peligroso

Fuente: Manual de Buenas Prácticas Medioambientales para el sector del Mueble. CETEM

Vertidos líquidos	Clasificación
Aguas residuales empleadas en las cabinas de pintura	Peligroso
Disolventes usados para limpieza	Peligroso

Fuente: Manual de Buenas Prácticas Medioambientales para el sector del Mueble. CETEM

Las emisiones atmosféricas que se producen son las siguientes:

- ▶ Emisiones de la extracción de aire en las cabinas de pintura y en el secado.
- ▶ Emisiones de disolventes orgánicos.

Sección tapizado

Residuos sólidos

Residuos sólidos	Clasificación
Retales de telas	No peligroso
Retales de piel	No peligroso
Retales de floca	No peligroso
Envases usados de cola de contacto	No peligroso
Retales de espuma	No peligroso

Fuente: Manual de Buenas Prácticas Medioambientales para el sector del Mueble. CETEM

Vertidos líquidos

En esta sección los únicos vertidos que se producen son los de las aguas procedentes de los servicios y duchas.

Emisiones atmosféricas

No se generan residuos de este tipo.

>> 1.5. Experiencias de éxito relevantes para el sector

Las medidas ecoeficientes recogidas en las experiencias de éxito se centran en el diseño de nuevos productos integrando desde el inicio sus aspectos medioambientales o ecodiseño y en conseguir una reducción de la contaminación debida a la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COVs) y la minimización de los residuos producidos durante el proceso de fabricación.

1.5.1. Ecodiseño de mesa de oficina: OFITA S.A.M.M.

Ofita S.A.M.M. es una empresa de mobiliario de oficina situada en Vitoria-Gasteiz que tiene una sede en Madrid. La empresa cuenta con 94 empleados y es una organización concienciada desde el punto de vista ambiental, habiendo logrado la certificación UNE-EN ISO 14001 en el año 2000.

Sus principales procesos productivos son mecanizado, soldadura, pretratamiento y pintado, montaje y embalaje.

La empresa exporta un 15% de su producción a países de Europa, América y Asia. En 1999, la empresa decidió participar en un proyecto piloto de ecodiseño.

Como paso previo al comienzo del diseño del nuevo producto se organizó un equipo de trabajo compuesto por los siguientes departamentos: técnico, calidad, medio ambiente, financiero, compras, marketing central y gerencia.

A la hora de elegir el producto a ecodiseñar y dado el interés de la gerencia por extender esta nueva metodología al desarrollo de nuevos productos de la organización, se consideró oportuno desarrollar toda una gama de productos de mobiliario de oficina (mesa, silla, archivos, accesorios, etc).

Por ello, se eligió como producto a ecodiseñar el elemento central, una mesa de oficina, para lo que se tomó como referencia un modelo de mesa ya existente, el modelo *Lisis*, y se optó por denominar al nuevo producto y a toda la gama que le iba a acompañar *Genius*.

Los requisitos medioambientales de partida para el desarrollo del nuevo producto fueron los siguientes:

- Utilización de aluminio y acero fácilmente reciclables.
- Tablero de materiales alternativos.
- Sustituir el PVC y cromados.
- Reducción de la cantidad de acero y aluminio al mínimo.
- Reducción de volúmenes; aspecto ligero.
- Evaluación energética de los procesos necesarios y optimización de procesos.
- Mesa que ocupe poco volumen en transporte (apilabilidad).
- Evitar la utilización de tableros con fenoles.
- Amarres rápidos tipo clipaje.
- Minimización de soldaduras.
- Marcaje de piezas para su reciclaje.
- Plan RENOVE: recogida de mesas viejas y sustitución por mesas nuevas.
- Mesa modular.

Los principales aspectos ambientales de la fabricación de la mesa *Lisis* eran:

- ▶ El consumo de acero.
- ▶ El consumo de madera y aglomerados.

Por tanto, en la medida de lo posible, el nuevo diseño de la mesa debía reducir estos dos aspectos.

Se desarrolló la mesa *Genius*, observándose que no era factible cumplir algunos de los requisitos medioambientales planteados inicialmente a corto plazo. Por tanto, para el nuevo diseño se desarrollaron las siguientes medidas:

- ▶ Utilización de aluminio y acero fácilmente reciclables: Se detallaron piezas y cantidades, se definieron porcentajes de aluminio y acero de 2ª fusión y se informó a los suministradores de estos materiales.
- ▶ Sustitución del PVC y cromados: Se evitaron los cromados en la mesa y se informó al suministrador de piezas de cierre para su diseño en detalle en polipropileno.
- ▶ Reducción de pesos y volúmenes: Se diseñaron distintos modelos y el criterio que determinó la elección fue el de una mesa más ligera y menos voluminosa. Se comprobó que se podía reducir en gran cuantía el peso y volumen, debido a una pieza central de anclaje innovadora, que era el eje del sistema.
- ▶ Facilitar el desmontaje-reciclaje del producto: Se avanzó muchísimo en este aspecto, diseñando la mesa con una gran cantidad de clipajes y uniones que se desmontan fácilmente y que a la vez cumplen todos los requisitos técnicos.
- ▶ Marcaje de piezas para su reciclaje: Principalmente los plásticos, puesto que los metales ya se reciclan. El Departamento de Calidad facilitó información al respecto a los suministradores.
- ▶ Mesa modular: Se hicieron pruebas y prototipos, cumpliendo el nuevo diseño todos los requisitos técnicos necesarios en este sentido.

El resultado es una mesa muy innovadora y adaptable a las necesidades del cliente.

Indicadores de ecoeficiencia

En la siguiente tabla se muestran los indicadores de ecoeficiencia asociados a la mejora planteada en el proceso de fabricación:

Indicador	Unidad	Valor inicial	
Aluminio 100% reciclado	kg/mesa	13,22	5,464
Chapa (acero)	kg/mesa	12,5	7,934
Aglomerado (tablero de madera)	kg/mesa	26,4	21,3
PVC flexible	kg/mesa	0,2	0
Polipropileno	kg/mesa	0	0,34
Extrusión aluminio	kg/mesa	8,536	3,2
Inyección aluminio	kg/mesa	4,684	2,264

Con el nuevo proceso de fabricación de la mesa de oficina se redujeron los aspectos medioambientales más relevantes:

- ▶ Reducción de consumo de acero en 4,5 kg/mesa.
- ▶ Reducción de consumo de madera en 5,6 kg/mesa.
- ▶ Utilización de procesos menos contaminantes al eliminar los cromados y sustituir el PVC por Polipropileno.
- ▶ Reducción del consumo de combustible a través de la disminución de peso y volumen.
- ▶ Aumento de materia prima reciclada a través de la utilización de aluminio y acero de 2ª fusión.
- ▶ Facilitar el reciclaje del producto a través del marcaje y fácil desmontaje.

También se consiguió una reducción en los costes de transporte del producto y en los costes de materias primas.

Además de las mejoras de carácter medioambiental y económicas descritas anteriormente se obtuvieron los siguientes beneficios:

- ▶ Mayor interconexión entre los diferentes departamentos de la empresa.
- ▶ Mejor comunicación con los suministradores.
- ▶ Carácter innovador del producto en el mercado.

Para saber más sobre esta experiencia de éxito consultar www.ihobe.es

1.5.2. Producción limpia: Thomson Crown Wood

Thomsom Crown Wood Products, división de Electrodomésticos Thomson, fabrica armarios de televisión en madera y aglomerado y almacena unidades destinadas a equipos de radio.

Los empleados, tras un programa de entrenamiento de 16 semanas de duración sobre el "Control del Proceso Estadístico y Resolución de Problemas de Calidad" realizaron un estudio sobre los problemas operacionales encontrados que afectan a la seguridad personal, al medioambiente,

Dichos problemas se exponen a continuación:

- ▶ El proceso de encolado se consideró aparatoso puesto que la cola se suministraba desde un recipiente de 200 litros a otro de 4 litros para posteriormente aplicarlo desde un recipiente con la cantidad suficiente para una dosificación.
- ▶ Se detectaron problemas ocasionados por las obstrucciones. Asimismo se generaban numerosos residuos como consecuencia de las labores asociadas a la limpieza de colas, recipientes, trapos de limpieza, etc.
- ▶ Gran cantidad de agua residual generada.

Los empleados han tenido un papel importante en la reducción del consumo de agua y en la minimización de residuos

- ▶ En los procesos de corte se generan gran cantidad de residuos.
- ▶ Pérdida de un gran número de paneles montados y acabados al día debido a los defectos de encolado por la manipulación a través de la línea de montaje.
- ▶ Las técnicas utilizadas en la cabina de pintado eran obsoletas.

Las soluciones aportadas por los grupos de trabajo lograron mejoras considerables desde el punto de vista productivo y medioambiental:

- ▶ Se ha implantado un nuevo sistema de aplicación de cola que elimina los defectos derivados de la aplicación de la misma en la superficie y esquinas del armario. Con el nuevo sistema Schneeberger LK instalado, la cola se bombea desde una barril central a través de una tubería de PVC hasta cada puesto de aplicación.

Así se ha eliminado el problema ocasionado por las obstrucciones, ya que con el nuevo sistema se consigue un flujo constante a través de la boquilla. Con la nueva técnica se ha conseguido un producto de mayor calidad habiendo disminuido el número de productos rechazados.

Otra serie de mejoras logradas han sido la supresión de las labores asociadas a la limpieza de colas, reducción del uso de las mismas, se han eliminado las botellas de cola, recipientes, trapos de limpieza, etc.

- ▶ Se ha desarrollado un proceso para reciclar el residuo acuoso generado en las operaciones de pintado. El residuo contiene sólidos procedentes de las distintas operaciones de acabado. La línea de pintura se ha modificado para bombear el residuo acuoso desde el área de pintura hasta un separador coloidal o tanque de floculación, que consiste en un tanque abierto con un agitador para dispersar el agente floculante a través de la solución. La pintura y los materiales de acabado decantan en forma de sólidos y se separan del agua a través de un filtro prensa. Este residuo se ha clasificado como no peligroso y el agua se reutiliza para rellenar la instalación del tanque de agua de lavado.
- ▶ Se ha aprovechado material sobrante del corte de las distintas piezas del mueble para la realización de una de las estanterías del mueble.
- ▶ Se ha implantado un nuevo proceso que consiste en el encolado en el lugar en el que se realiza cada operación. Este cambio ha reducido a cero la cantidad de material rechazado por este motivo.
- ▶ Se recibió una subvención del Programa de Prevención de contaminación para investigar y desarrollar el uso de pistolas de tecnología HVLP en las líneas de recubrimiento. Se evaluaron cuatro pistolas HVLP con diversos tintes, barnices y pintura negra al agua. En cada uso se evaluaba el peso, eficiencia, calidad de recubrimiento y compatibilidad con la pintura negra. La pistola HVLP Kremlin, que reducía considerablemente la cantidad de materia prima empleada, fue elegida como la mejor en cuanto a tamaño, peso, aplicación y limpieza. Sin embargo la pistola Graco ha sido finalmente elegida como la más idónea, puesto que además de reducir la cantidad de material empleado también consigue las mejores calidades en cuanto a calidades de pintado y recubrimiento.
- ▶ Thomson cambió el proceso de cabina de pintado para aplicar los acabados con el sistema de rodillos, consiguiendo una notable reducción de consumo.

Indicadores de ecoeficiencia

En la siguiente tabla se muestran los indicadores de ecoeficiencia asociados a la mejora planteada, que pueden compararse con los calculados para el proceso actual:

Indicador	Unidad	Situación anterior	
Cantidad de material rechazado (residuo generado) por unidad inspeccionada en el área de encolado	Ud. rechazadas/71 ud fabricadas	6	1
Cantidad de agua reutilizada en el pintado	m ³	0	5.700
Emisiones en el área de pintado	g/l	91	45,6
Generación de residuos peligrosos	kg	nd	nd
Consumo de material de recubrimiento	kg	nd	nd

nd= No hay datos disponibles

Beneficios medioambientales

Las medidas suponen reducir la generación de residuos, al reducirse la cantidad de armarios rechazados de 6 a 1 por 71 unidades fabricadas, es decir un 75% de reducción en uso de colas y una eliminación de 3.000 botellas al año utilizadas en aplicación de pintura.

Se minimizó en 54.000 kg la generación de residuos peligrosos, y se han reutilizado 5,67 millones de litros de agua.

Las medidas también permitieron:

- ▶ 8.000 paneles acabados con una media de entre 7,72 y 9,92 kg no fueran a vertedero.
- ▶ Reducción de 51.000 l/año en material de recubrimiento.
- ▶ Reducción de emisiones hasta 45,64 g/l en el área de pintado.

Beneficios económicos

La aplicación de todas las medidas requirió una inversión de 47.100 €:

	Ahorro	Coste	
Sistema Schneeberger LK de aplicación de cola	34.800 € (sólo mano de obra)	4.500 € (capital e instalación)	2 meses incluyendo ahorro de material
Reciclado del residuo acuoso	90.000 €	23.400 €	3 meses
Aprovechamiento de material sobrante	13.500 €	-	Inmediato
Nuevo proceso de encolado	225.000 € (2 años)	-	Inmediato
Uso de pistolas HVLP en el pintado	123.300 €	19.200 €	2 meses
Instalación de sistema de rodillos en cabina de pintura	180.000 €	-	Inmediato

Aunque el periodo de amortización es diferente para cada una de las medidas aplicadas, la inversión se recupera en un corto plazo de tiempo.

Para saber más sobre esta experiencia de éxito consultar www.p2pays.org

1.5.3. Producción de tableros de fibra de madera: Silva

La empresa Silva se dedica a la producción de tableros de fibra de madera. Inicialmente, en Silva se fabricaban tableros de fibra MDF (tableros de fibra de madera de media densidad), mediante técnicas en húmedo. Para la producción del MDF es fundamental el uso de sustancias sintéticas.

Con el respaldo financiero de LIFE, Silva comenzó a trabajar en un proyecto de desarrollo de un nuevo tablero de madera no nocivo para el medio ambiente, y que a la vez resolviera ciertas limitaciones técnicas ligadas a la producción de otros tipos de tableros de fibra como HB y MDF. Así se desarrolló Ecorex®.

El proyecto se inició en el año 1995, finalizando dos años más tarde.

Diseño de la mejora

El objetivo del proyecto era combinar las ventajas del tablero duro fabricado mediante técnicas en húmedo con las de la producción en seco

El nuevo método de producción es similar al del tablero MDF. Se diferencia fundamentalmente en el tratamiento termomecánico a que es sometida la madera durante la fase de preparación de las fibras.

En esta fase de producción se lleva a cabo una hidrólisis controlada de la hemicelulosa y la lignina, lo que provoca la formación de unas sustancias con propiedades adhesivas, denominadas bioresinas, que sustituyen a las sustancias sintéticas utilizadas en la fabricación del MDF.

Además, con el método de fabricación en seco es posible eliminar la fase de templado y reducir la de prensado, en comparación con las técnicas en húmedo.

Y al reducir la necesidad de eliminación del exceso de agua en la fase de prensado, se eliminan también las redes de drenaje, responsables de la rugosidad que aparece en uno de los lados del tablero. De manera que no es necesario un lijado posterior, al ser lisos ambos lados del tablero.

Con esta técnica también es posible modificar el grosor del tablero (el grosor de los tableros varía entre 2 y 10 mm) y reducir las pérdidas, igual que en el caso del MDF. De esta forma se ahorra tiempo y se consigue una mayor productividad.

La densidad del tablero también puede modificarse según las características técnicas requeridas. Así, a igualdad de densidad la fibra Ecorex® utiliza menos madera que HB, ya que en éste una parte importante del material se pierde disuelto en el agua que se utiliza durante el procesamiento.

Además de la utilización del tablero en la fabricación de puertas, puede emplearse en el envasado de fruta, industria del automóvil, juguetes, suelos laminados, etc, ya que no contiene resinas sintéticas.

Indicadores de ecoeficiencia

A continuación se muestran los indicadores de ecoeficiencia del nuevo proceso desarrollado:

- ▶ Consumo de madera: se ahorran 100-150 kg madera/m³ tablero.
- ▶ Consumo de cola: se ahorran 130-150 kg cola/m³ tablero.

El nuevo tablero de madera fabricado está exento de colas sintéticas y está fabricado mediante un método en seco con un impacto medioambiental mínimo.

>> 1.6. Proyecto de implantación de una mejora de eficiencia en Murcia: TECNOMAD

Fabricación de muebles de madera



Tecnomad es una empresa que se dedica a la realización de obras de decoración, carpintería de madera, decoración e interiorismo náutico, reparación y mantenimiento de buques, construcción y fabricación de buques y embarcaciones de casco de madera, proyectos de decoración, fabricación de mobiliario de madera y venta de mobiliario.

El principal centro productivo de Tecnomad está situado en Molina de Segura (Murcia), dispone de una superficie de 675 m² y emplea a cuatro trabajadores.

La producción del centro es variable en función de cada proyecto, siendo la facturación de este centro productivo, en el año 2002, de 197.644,66 euros.

En Tecnomad se diseñan y fabrican todo tipo de muebles de madera a medida contra pedido, y posteriormente se transportan y montan en el local del cliente.

Las principales etapas de este proceso se pueden describir como:

En esta fase se procede a la recepción, inspección y almacenamiento del material con el que se van a fabricar los muebles: Madera de varias clases diferentes (tableros de aglomerados y MDF, maderas macizas naturales, tableros de melaminas y tableros marinos u OSB), colas, lacas y barnices, accesorios (cristales, bisagras, cerraduras, puntas), filtros y plásticos de embalar.

A continuación se realiza el corte de los tableros, perfiles y marcos, y chapas que van a configurar el mueble, de acuerdo con las dimensiones y características de los muebles a fabricar.

Las chapas (melaminas y contrachapados), son unidas mediante colas para adquirir las características adecuadas.

Posteriormente se unen los tableros de madera con las chapas, mediante pegado con colas y su prensado.

Una vez que se ha secado la cola, los tableros de madera chapada son mecanizados, cortados y taladrados, mediante máquinas como: sierras, lijadoras, canteadoras, etc., para darles la forma definitiva antes del acabado y montaje.

Los tableros y piezas ya mecanizados son barnizados y lacados para poder adquirir la resistencia adecuada a los agentes atmosféricos y los tonos que desea el cliente.

Previamente al pintado, se realiza un lijado de la superficie y cantos de los tableros para limpiar impurezas y para que la pintura agarre mejor. También se puede dar una capa de pintura al agua para que la madera tome el color deseado.

La operación de pintado se realiza en una cabina de pintura, en la que mediante pistola y aire a presión, se aplican las lacas y barnices que darán el color y acabado superficial al mueble.

Esta cabina de pintura dispone de una campana, a través de la cual se emiten los gases de pintura a la atmósfera pasando previamente por un filtro, que retiene las impurezas contenidas en estos gases.

Una vez finalizadas las piezas, se procede al montaje y ensamblado previo de todas las partes del mueble, incorporando los herrajes metálicos necesarios.

Estos muebles premontados, son almacenados en la nave hasta su posterior traslado a los locales del cliente.

Montaje y acabado final

Una vez transportadas las piezas premontadas al local del cliente, se procede a su montaje final, ensamblándose todas las piezas y colocando los herrajes, cerraduras y cristales que faltan, para dejar el mueble totalmente terminado. Además y si es necesario, se realiza un acabado final al mueble.

Las modificaciones propuestas para la mejora de la ecoeficiencia consisten en:

- La utilización de lacas de barnizado que emplean como base agua.
- La minimización en la generación de residuos y mejora en la gestión de estos residuos generados.
- El diseño y fabricación de una nueva línea de muebles infantiles que pueden reutilizarse.

Utilización de lacas de base agua

La mejora propuesta consiste en la sustitución de las lacas de barnizado de los muebles que utilizan como base disolventes orgánicos, por otras lacas que utilizan como base agua.

La función de los disolventes de las lacas es conseguir el grado de viscosidad necesario para aglutinar los pigmentos que las componen, y para poder aplicarlos de una manera eficaz sobre la superficie de la madera.

Estos disolventes orgánicos son sustituidos en una cantidad cercana al 95% por agua, modificando la fórmula de la laca, y permitiendo alcanzar la viscosidad necesaria, con solo un 4-10% de disolvente orgánico, para su aplicación sobre la madera, y manteniendo las mismas propiedades de las lacas tradicionales solubles en disolventes orgánicos.

Hay que tener en cuenta que en la utilización de las lacas convencionales, se realiza una mezcla al 50% entre la laca de poliuretano y disolventes orgánicos de poliuretano. Con las nuevas lacas, sólo es necesario la mezcla laca con agua, aunque aumenta la proporción de laca en la mezcla (80% laca y 20% agua).

Esto comporta una serie de ventajas, entre las que pueden destacarse la reducción de un 75% en la emisión de COVs durante la fase de aplicación de las lacas en la madera.

Además, con esta medida Tecnomad se anticipa en el cumplimiento de la legislación, al estar generándose diversas normativas relativas a la elaboración de disposiciones contra la contaminación atmosférica, como la Directiva Comunitaria 1999/13/CE cuya fecha de aplicación es el 2007, que limita la cantidad de disolvente orgánico emitido en las instalaciones de pintado a un 5% de disolventes orgánicos en peso de pintura.

Minimización y gestión de residuos

Los principales residuos del nuevo proceso varían con respecto al proceso antiguo en cuanto a la cantidad que se genera y a la gestión que se realiza con ellos.

De los residuos generados en la fábrica, un 85% son virutas de serrín y restos de madera, debido a que cerca del 20% de toda la madera que entra se desaprovecha generando un residuo, principalmente en las etapas de corte y mecanizado de los tableros.

Para reducir este desperdicio de madera, se estudia cuales son las piezas a cortar y se optimiza el patrón de corte para aprovechar mejor los tableros. Pero Tecnomad diseña y fabrica muebles a medida, por lo que muchas veces las piezas se fabrican una sola vez. Esto provoca que el aprovechamiento óptimo de los patrones no pueda ser muy elevado.

Actualmente Tecnomad está estudiando dos alternativas posibles para estos residuos de serrín, restos de madera, tableros, etc: una, a través de "bolsas de subproductos", para venderlos a empresas que aprovechan el serrín como material para fabricar conglomerados; y la otra, es venderlos como fuente de energía, para su incineración con aprovechamiento energético en calderas.

Otra cantidad importante de residuos (aproximadamente un 5%), la forman los residuos de envases de las materias primas (cartones y sacos de plástico). Hoy estos envases son reciclados una vez limpios, para el embalaje de los muebles terminados.

Los envases de lacas de poliuretano, disolvente de poliuretano y disolvente de limpieza, constituyen un 8-10% del volumen de residuos generados, y suponen un problema importante al ser residuos peligrosos.

Con el cambio de lacas de base disolvente orgánico a lacas con base agua (sólo se necesita un 10 % de la cantidad de disolvente que se consume actualmente), estos residuos dejan de ser peligrosos para ser considerados residuos urbanos, con lo que se reduce su peligrosidad, a la vez que el coste de su gestión.

De forma paralela, Tecnomad está considerando la posibilidad de reducir la generación de estos residuos, mediante la adquisición de estas materias primas a granel, en envases de mayor tamaño que puedan ser reutilizables, como depósitos de fibra de vidrio de 1 m³ de capacidad. En este estudio hay que considerar los costes de transporte y limpieza de los contenedores a granel.

Muebles infantiles reutilizables



Indicadores de ecoeficiencia

Otra de las actuaciones encaminadas a la mejora ecoeficiente, es la creación de una tienda propia, donde Tecnomad comercializa sus propios muebles, principalmente mobiliario infantil y juvenil, con lo que se consigue una adaptación al sistema "just in time", o lo que es lo mismo, a la fabricación por demanda, reduciendo y ajustando más racionalmente la fabricación de los muebles a las necesidades y gustos del cliente, eliminando los stocks y los productos no deseados.

En este sentido, Tecnomad ha desarrollado un tipo de mueble infantil, con una doble funcionalidad bien diferenciada: primero se utiliza como bañera para bebés y, cuando estos tiene la edad suficiente para poder ser bañados en el cuarto de baño, el mueble no se tira, sino que, modificando la colocación de algunos de sus componentes, se transforma en un mueble estantería donde poder colocar objetos.

Los indicadores de ecoeficiencia del nuevo proceso, comparados con los obtenidos para el proceso de referencia, son los siguientes:

Indicador	Unidad	Valor inicial	Valor final	Diferencia
Consumo de madera	m ² /año	2.444,51	2.444,51	0
Consumo de lacas de poliuretano	litros/m ² madera	0,06	0,06	0
Consumo de disolventes	litros/m ² madera	0,215	0,012	-0,203
Consumo de electricidad	kWh/m ² madera	7,805	7,805	0
Emisión COVs	-	nd	nd	Disminución
Tasa de serrín y restos de madera residual generado	kg/m ² madera	4,59	4,59	0
Tasa de plásticos de embalaje residual generado	kg/m ² madera	0,27	0,27	0
Tasa de otros residuos urbanos (orgánicos, latas, papel, vidrio, cartón, trapos, ...)	kg/m ² madera	0,108	0,553	+0,445
Generación de filtros residuales de la cabina de pintura	m ² /m ² madera	0,006	0,002	-0,004
Tasa de residuos peligrosos	kg/m ² madera	0,468	0,023	-0,445

nd= No hay datos disponibles

Con las mejoras introducidas los materiales que se utilizan son los mismos que en el proceso antiguo, a excepción de los siguientes:

- ▶ Lacas y barnices en base agua, en sustitución de: acabado de poliuretano, pintura al disolvente, disolvente de poliuretano, fondo de poliuretano.
- ▶ Filtros secos de la cabina de pintura: Al no emitirse gases originados por los compuestos orgánicos volátiles, no son necesarios estos filtros. Se considera que se va a consumir sólo un cartucho de filtros al año, para retener las posibles partículas emitidas en la operación de pintado.

El consumo de energía eléctrica no varía entre el proceso antiguo y el nuevo.

Se genera la misma cantidad de residuos, unos 13.200 kg/año, pero varía su composición y catalogación:

- ▶ Residuos urbanos del corte de tableros de madera, serrín y los envases de las materias primas (cartones y sacos de plástico).
 - Serrín y restos de tableros de madera: 11.220 kg/año. Ahora se gestionan de forma segregada.
 - Plásticos de embalaje: 660 kg/año.
 - Otros (orgánicos, vidrio, papel, latas y cartón): 1.350,8 kg/año.
- ▶ Residuos peligrosos, su proporción disminuye en un 95%, al no generarse material impregnado en pinturas y disolventes. El volumen de estos residuos es:
 - Envases de productos peligrosos: 57,2 kg/año.
 - Filtros de la cabina de pintura: 5 m²/año.

Además, al incrementarse los sistemas de aspiración de serrín, se reduce la emisión de estas partículas a la atmósfera.

Asimismo en la cabina de pintura se reducen las emisiones a la atmósfera de COVs procedentes de las lacas, al sustituirse los disolventes para ajustar la viscosidad de las lacas en base orgánica por otros que contienen agua.

Se eliminan los riesgos originados por la inhalación de compuestos orgánicos volátiles, tanto de los operarios encargados de la fabricación de las lacas, como del personal de Tecnomad que las utiliza, y se reduce por tanto, la necesidad de utilización de mascarillas protectoras frente a estos gases. También se reducen los riesgos de transporte de las lacas desde la fábrica a Tecnomad, gracias a que su elevado punto de inflamación evita los riesgos de incendio.

Al no presentar disolventes, la limpieza, tanto de útiles de aplicación, como de manos y cara del personal que los utiliza, al realizarse con agua en lugar de los disolventes de limpieza que dañan la piel, se realiza de forma sencilla y sin riesgos.

Justificación económica

El nuevo proceso supone la utilización de lacas mezcladas al 20% con agua, mientras que el antiguo empleaba lacas mezcladas con disolvente al 50%. Por lo tanto, es necesario un volumen de pintura mayor para cubrir las mismas necesidades. Proporcionalmente, son necesarios 282 l/año de fondo con base al agua.

Por otro lado, la utilización de disolventes de limpieza para los equipos y utensilios se ve disminuida en un 90%, por lo que se reduce a unos 30 l/año.

La diferencia entre los costes de los dos tipos de lacas de barnizado, supone una reducción de 281,01 € en los costes, al emplearse lacas de base agua.

Los costes anuales derivados de la gestión de los residuos peligrosos en la situación anterior, ascienden a un total de 499,4 €.

Tras la mejora, los costes anuales derivados de la gestión de los residuos peligrosos ascienden a un total de 87,35 €, notablemente inferior al anterior debido a la cuantiosa reducción del volumen y peso de los residuos peligrosos generados.

Por consiguiente, existe una diferencia entre los costes equivalente al ahorro que se produce por la gestión de una menor cantidad de residuos peligrosos, y que asciende a 412,06 €.

Como vemos, este cambio en la utilización de un tipo u otro de lacas, supone un ahorro adicional anual para la empresa de 693,07 €.

La mejora efectuada en el proceso de Tecnomad no supone una inversión ya que se trata de un cambio en la utilización de materias primas.

2 <

Referentes para la calidad ambiental y
la ecoeficiencia del Sector de
la Industria en Murcia

Recubrimientos metálicos



2. Recubrimientos metálicos

>> 2.1. Introducción al sector

La industria del tratamiento de superficies metálicas se puede definir como aquella parte de la industria cuya actividad productiva consiste en recubrir superficies metálicas por diversos métodos y en obtener contornos o acabados especiales según la utilidad posterior del material tratado.

De acuerdo con la Clasificación Nacional de Actividades Económicas, el CNAE 28.5 comprende dos subsectores:

- ▶ Tratamiento y revestimiento de metales (CNAE 28.51).
- ▶ Ingeniería mecánica general por cuenta de terceros (CNAE 28.52).

El subsector de recubrimientos metálicos queda integrado en el grupo de actividades CNAE 28.51, que incluye el tratamiento térmico del metal, el revestimiento metálico del metal (anodizado, galvanizado, cromado, etc), el revestimiento no metálico del metal (plastificación, pintado, lacado, esmaltado, etc), la coloración, grabado e impresión de los metales, diversas técnicas de limpieza y pretratamiento de metal (fosfatado, limpieza por chorro de arena, chorreado al tambor, etc), así como el endurecimiento y pulido de los metales.

El subsector de tratamiento y revestimiento de metales ha experimentado una importante tasa de crecimiento en los últimos años (17,3% en el periodo 1993-1998), representando cerca del 1% del empleo total en la industria española (25.954 trabajadores). La evolución del empleo en el subsector durante el periodo 1999-2001, ha sido creciente en un 13,5%.

En cuanto al importe de la cifra de negocios, el subsector de tratamiento y revestimiento de metales supone cerca del 0,5% sobre el importe neto de la cifra de negocios en el total de la industria en España, lo que supone 2.059,550 millones de euros (año 2001). Este indicador también se ha visto incrementado en el periodo 1999-2001, existiendo un crecimiento del 33%.

Los principales productos del subsector son la pintura y el barnizado de metales y el revestimiento metálico. En la siguiente tabla se muestra el análisis de los productos más importantes elaborados por el área de revestimientos metálicos (año 2001):

Denominación	Valor (miles de €)
Revestimiento metálico	416.417
Por inmersión en metales fundidos	183.031
Por proyección térmica	13.475
De zinc por galvanizado electrolítico y procedimientos químicos	90.557
Otros revestimientos (níquel, cobre, cromo, etc.)	129.354

De acuerdo con estos datos, el producto más representativo es el revestimiento metálico por inmersión en metales fundidos, que supone el 44% del valor de la producción del área de recubrimientos metálicos. Es interesante señalar que el revestimiento metálico supone el 30,2% de la producción total del subsector de Tratamiento y Revestimiento de metales.

El recubrimiento metálico supone el 30,2% de la producción total del subsector de Tratamiento y Revestimiento de metales

El tejido empresarial del sector se caracteriza fundamentalmente por su elevada atomización, con una estructura empresarial dominada por pequeñas y medianas empresas, con un tamaño medio de 6,9 empleados. Sin embargo, estas empresas sólo representan el 32% del total de empresas dedicadas al Tratamiento de Superficies. El resto son instalaciones integradas en un proceso mucho más amplio de transformados metálicos que incluyen desde el corte y mecanizado de las piezas hasta el acabado, pasando por el tratamiento superficial. Los sectores que incluyen estos procesos de tratamiento, entre otros, son:

- ▶ Metalurgia y transformados metálicos.
- ▶ Trabajo de metales.
- ▶ Construcción mecánica.
- ▶ Fabricación de material eléctrico y electrónico.
- ▶ Fabricación de electrodomésticos.
- ▶ Industria aeronáutica y espacial.
- ▶ Industria del automóvil.
- ▶ Industria de joyería.

Una gran parte de las empresas se dedican a más de un proceso de tratamiento superficial y/o varios tipos de acabados.

En 1999 existían cerca de 4.000 empresas dedicadas al Tratamiento de Superficies. De ellas, unas 2.400 se dedicaban al recubrimiento metálico o decapado y el resto a otros procesos de recubrimientos no metálicos.

Si se consideran por subsectores, el 55% se dedicaba a los recubrimientos electrolíticos y a la oxidación anódica, el 2,2% al decapado, el 2,8% a los tratamientos por inmersión (galvanización, fosfatación, etc) y el 40% restante a los tratamientos térmicos de esmaltado, pintado y metalografiado.

Las Comunidades Autónomas que destacan por el elevado número de empresas existentes de este sector son: Cataluña, País Vasco, Comunidad Valenciana, Madrid y Aragón.

>> 2.2. El sector en Murcia

Según los datos del Directorio Central de Empresas, a 1 de enero de 2002, existían 166 empresas y 178 locales dedicados al "Tratamiento y revestimiento de metales. Ingeniería mecánica general por cuenta de terceros" en la Región de Murcia.

	Empresas		Locales	
	Número	%	Número	%
Sin asalariados	51	30,72%	55	30,90%
De 1 a 5 asalariados	81	48,80%	90	50,56%
De 6 a 9 asalariados	6	3,61%	6	3,37%
De 10 a 19 asalariados	15	9,03%	15	8,43%
De 20 a 49 asalariados	11	6,63%	9	5,05%
De 50 a 99 asalariados	2	1,21%	3	1,69%
Más de 100 asalariados	0	-	0	-
Total	166	100	178	100

Fuente: DIRCE. INE. 2002

El número de puestos de trabajo generados por este sector (CNAE 28.5) en Murcia en el año 2001, fue de 1.057.

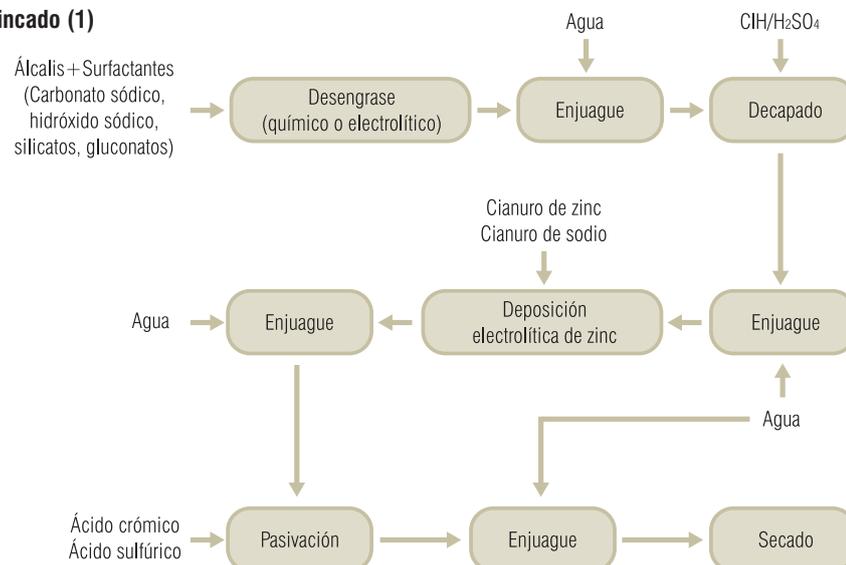
>> 2.3. Proceso productivo

El sector de tratamiento y revestimiento de superficies abarca una gran variedad de industrias que, en sus procesos productivos, incluyen actividades cuya finalidad es tratar las superficies para protegerlas de la corrosión, mejorar su resistencia al desgaste y la erosión o mejorar su aspecto mediante recubrimientos metálicos.

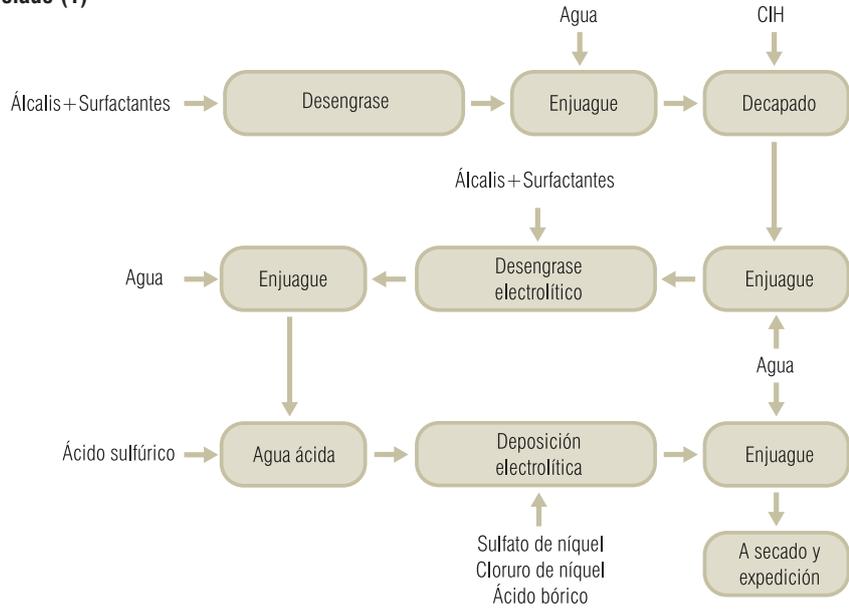
A continuación se describen, de forma muy general dada la gran variedad de procesos existentes en el sector, las diferentes etapas en que se divide un proceso de tratamiento de superficies:

- ▶ **Pretratamiento:** Se realizan tratamientos mecánicos superficiales mediante cepillado, pulido o abrasión. Con ellos se pretende rectificar la pieza a tratar para eliminar asperezas, defectos, óxidos, aceites y finos del mecanizado anterior.
- ▶ **Desengrase:** Se eliminan, generalmente mediante disolventes, las grasas, taladrinas, aceites y lubricantes de fábrica. Tras el tratamiento de desengrase, la pieza se someterá a un lavado.
- ▶ **Decapado:** Se eliminan los óxidos que se forman por contacto entre las piezas metálicas y la atmósfera. Al igual que en la etapa anterior, tras este tratamiento, la pieza será sometida a operaciones de lavado de los aditivos y ácidos impregnados por el decapado.
- ▶ **Activado:** En esta etapa se elimina la capa de óxido que se forma sobre la superficie para facilitar la conductividad del metal antes del recubrimiento electrolítico. Posteriormente, se lavará la pieza a fin de eliminar los compuestos orgánicos e inorgánicos generados.
- ▶ **Recubrimiento:** Es la etapa de deposición del metal sobre la superficie. El recubrimiento electrolítico es el más usual y consiste en sumergir la pieza en un baño con electrolito y sales del metal de recubrimiento (pudiendo ser de cobre, zinc, níquel, cromo, estaño, como muestran los diagramas) junto con aditivos de diversa naturaleza. Existen otros procesos de recubrimiento como la galvanización en caliente o los recubrimientos químicos.
- ▶ **Pasivado:** La pieza es sometida a un pasivado usualmente crómico con el fin de proteger el metal de corrosiones. Tras esta operación hay que someter la pieza a un enjuague del medio ácido al que está sometida.
- ▶ **Secado:** Tras el tratamiento anterior se seca la pieza utilizando aire caliente.
- ▶ **Postratamiento de acabado:** Finalmente la pieza puede ser sometida a procesos de lacado, pintura, barnizado y sellado. Con ello se consigue mejorar las condiciones anticorrosivas y conferirle un acabado decorativo. También se la puede someter a procesos de conformado y pulido finales.

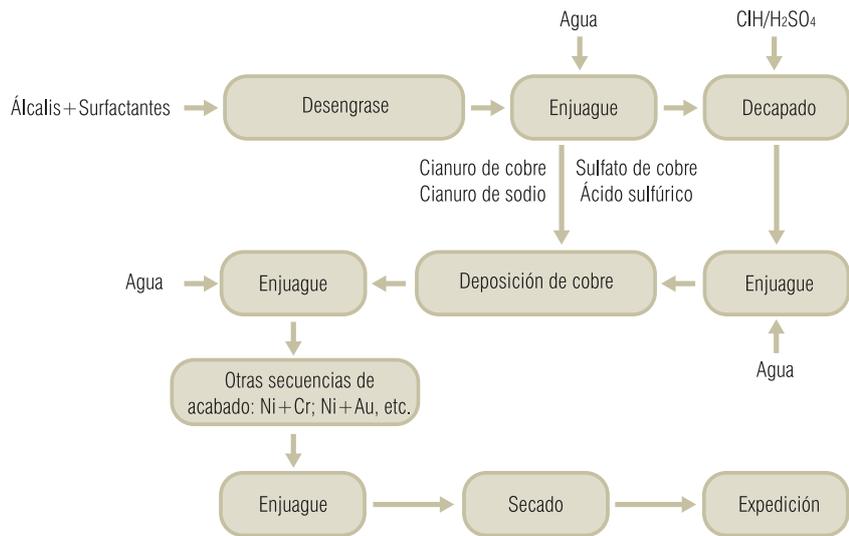
Cincado (1)



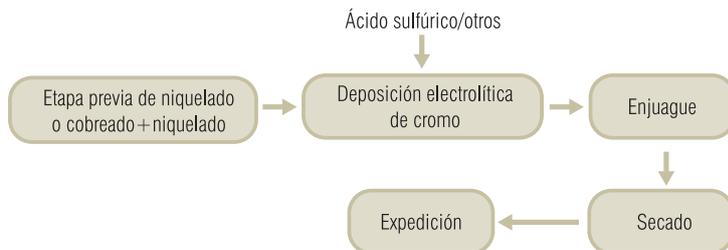
Niquelado (1)



Cobreado (1)



Cromado (1)



(1) Fuente: Guías Tecnológicas. Fundación Entorno

>> 2.4. Aspectos medioambientales asociados al recubrimiento metálico

Los principales problemas medioambientales se deben al vertido de aguas residuales, a la generación de residuos y, en menor medida, al consumo de agua

Los principales aspectos medioambientales de la actividad de tratamiento de superficies están asociados al consumo de agua, la generación de vertidos y la generación de residuos.

- ▶ **Vertido de aguas residuales:** Se trata del principal problema medioambiental de esta actividad, que genera dos tipos distintos de efluentes. Por un lado aparecen altas cargas contaminantes en volúmenes relativamente pequeños (efluentes generados en los baños de proceso); y por otro, efluentes con cargas contaminantes diluidas (efluentes procedentes de los enjuagues o lavados).
- ▶ **Residuos:** La generación de residuos es el siguiente problema en importancia después del vertido de aguas residuales.

Los principales residuos resultantes de la actividad son soluciones agotadas, lodos con contenido en metales pesados procedentes del tratamiento de aguas residuales, metales base, residuos de reactivos empleados en las distintas operaciones, aceites y grasas procedentes de la separación de aceites de los baños de desengrase, filtros y cartuchos impregnados por electrolitos y envases y embalajes usados.

- ▶ **Consumo de agua:** Aparte de los aspectos anteriormente descritos, cabe destacar el elevado consumo de agua empleado en las distintas etapas, principalmente en las sucesivas operaciones de lavado o enjuague.

A continuación se describen los principales impactos de algunas de las etapas descritas anteriormente:

Etapa	Problemática medioambiental	Afección
DESENGRASE	Contaminación atmosférica	COV's (1)
	C. Hídrica	Aguas alcalinas y aceitosas
	C. Residuos	Grasas y aceites
ENJUAGUE O LAVADO	C. Hídrica	Aguas alcalinas y aceitosas
	C. Residuos	Lodos de depuración de aguas
DECAPADO	C. Atmosférica	Vapores ácidos o básicos
	C. Hídrica	Aguas ácidas o básicas
	C. Residuos	Envases. Lodos de depuración de aguas
ENJUAGUE O LAVADO	C. Hídrica	Aguas alcalinas y aceitosas
	C. Residuos	Lodos de depuración de aguas
RECUBRIMIENTO ELECTROLÍTICO	C. Atmosférica	Gases con presencia de metales
	C. Hídrica	Aguas ácidas o básicas con presencia de metales
	C. Residuos	Lodos de depuración de aguas
TRATAMIENTOS POSTERIORES	C. Hídrica	Baños agotados de pasivado y aguas residuales de lavado
	C. Residuos	Lodos de depuración de aguas

(1) Si se utilizan disolventes clorados como desengrasantes

>> 2.5. Experiencias de éxito relevantes para el sector

Las medidas ecoeficientes recogidas en las experiencias de éxito están enfocadas a reducir el consumo de agua, materias primas y auxiliares y a reducir la liberación de contaminación al medio ambiente, especialmente la generada por los vertidos de efluentes líquidos del proceso y por los residuos producidos.

2.5.1. Desengrase bacteriológico: OBE Hettich S.L.

OBE Hettich está ubicada en Aizarnazabal, provincia de Guipúzcoa, entre las villas de Zarauz y Cestona. Sus instalaciones ocupan una superficie de 10.000 m² y dispone de más de 100 trabajadores.

La empresa OBE Hettich se fundó en el año 1968 bajo el nombre "OBE S.L.", y desde el año 1989 pertenece como filial y centro productivo al grupo alemán de sistemas de herrajes para el mueble: Hettich International.

De igual forma, OBE Hettich vende a los fabricantes en serie de muebles de cocina, hogar y juvenil, oficina y línea blanca, tanto los productos fabricados en su planta como los que produce el grupo Hettich en otros centros de producción.

En los tratamientos superficiales, las piezas a recubrir deben estar perfectamente limpias y lisas, por lo que en las líneas de recubrimiento electrolítico es necesario realizar un desengrase de las piezas a tratar. Obe Hettich disponía de un desengrase químico para eliminar el aceite y la grasa adherida a la superficie de las piezas. Debido a la elevada cantidad de aceite y grasas que llevaban las piezas, la empresa tenía que renovar el baño de desengrase semanalmente.

Sistema de desengrase bacteriológico

Obe Hettich realizó en 1999 las siguientes modificaciones en las instalaciones existentes para introducir el nuevo sistema de desengrase bacteriológico que utiliza cepas de bacterias como la *Pseudomona Stutzeri*, encontrada de forma natural en aceites y grasas industriales:

- ▶ Instalación de una cuba auxiliar.
- ▶ Instalación de un filtro bomba.
- ▶ Conexión de las cubas de desengrase con la cuba auxiliar y el filtro bomba.

Para el desengrase biológico se utilizan los siguientes productos: tensoactivos, inóculos bacterianos, solución para aumentar el pH y solución para disminuir el pH.

En el desengrase biológico la eliminación de los aceites y grasas está basada en la acción digestiva de los microorganismos para los que el aceite y la grasa son la fuente de nutrientes. Obe Hettich tuvo que controlar las siguientes condiciones para favorecer el crecimiento y actividad de los microorganismos debido a que las condiciones de trabajo convencionales (pH de 11 a 14 y temperatura de 60° a 70° C) no constituían el hábitat adecuado para las bacterias:

- ▶ Agitación con aire para aportar oxígeno a las bacterias aerobias.
- ▶ Mantenimiento de la temperatura en el intervalo de 40 a 55° C para favorecer la biodegradación. Temperaturas superiores a 60° C podrían matar a las bacterias. La temperatura de trabajo en Obe Hettich es de 45° C.
- ▶ Mantenimiento del pH entre 8,8 y 9,2 para favorecer la actividad microbiana. A valores de pH superiores a este intervalo, la actividad microbiana disminuye mientras que a valores inferiores, la población de bacterias crecería muy rápidamente consumiendo, además del aceite, los tensoactivos necesarios para el desengrase. El pH de trabajo de Obe Hettich es de 9.

La etapa de desengrase requiere unas condiciones especiales para el crecimiento y actividad de los microorganismos

- ▶ Mantenimiento de la concentración de aceite en el desengrase de forma que no sea demasiado alta, lo que reduciría la cantidad de oxígeno, agua y nutrientes disponibles para las bacterias, reduciéndose su capacidad de degradación de los aceites.

El desengrase biológico se divide en las siguientes etapas:

- ▶ Al entrar en contacto con la solución acuosa del baño desengrasante, el aceite y las impurezas de las piezas se emulsionan formándose micropartículas de aceite, al igual que en el desengrase convencional o químico.
- ▶ Las micropartículas de aceite son degradadas por los microorganismos, generándose fundamentalmente CO_2 y agua. El aumento de aceite libre en la disolución favorece el aumento de la población de bacterias, de forma que el desengrase biológico se autorregula para mantener el nivel óptimo de eficacia a lo largo del tiempo.

Para mantener activo el baño de desengrase biológico, se deben realizar las siguientes tareas:

- ▶ Adición periódica de tensoactivos
- ▶ Adición periódica del regulador de pH
- ▶ Adición de agua de red o desionizada
- ▶ Tratamiento de filtración/decantación en continuo

El baño de desengrase debe ser bombeado en continuo a un decantador, o bien a través de un filtro, para eliminar los sólidos en suspensión y recircular el baño a la cuba de desengrase.

Para recircular el baño a través del filtro bomba, la empresa utilizó el rebosadero de la cuba de desengrase utilizado para la conexión entre el desengrase químico y un separador de aceites y grasas.

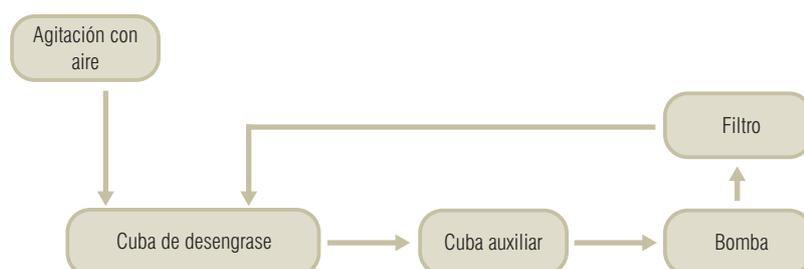
El equipo de desengrase incorpora medidores de pH, electroválvulas, bombas dosificadoras de reactivos y termostatos, consiguiéndose automatizar el control y mantenimiento de desengrase.

Anualmente, Obe Hettich realiza una parada de todo el proceso, siendo necesario mantener la agitación del desengrase para mantener con vida a las bacterias. Como alternativa se puede aumentar el pH hasta 10,5 para mantener en estado de latencia los microorganismos.

Este sistema reduce el tiempo de mantenimiento empleado en el desengrase, debido a que ya no es necesario reformular el baño de forma periódica.

También se consiguen mejoras en la productividad, ya que anteriormente el tipo de piezas a tratar se elegían en función de la cantidad de grasa que tuvieran y de las condiciones en las que se encontrara el desengrase.

Sistema de desengrase biológico de Obe Hettich



Indicadores de ecoeficiencia

Los indicadores de ecoeficiencia de la implementación del desengrase bacteriológico, se recogen en la siguiente tabla:

Indicador	Unidad	Valor inicial	Valor final
Consumo de reactivo de desengrase químico/bacteriológico	kg	7.909	5.000
Consumo regulador de pH	l	0	275
Consumo humectante	l	0	275
Volumen de residuo de desengrasante químico/bacteriológico	l	96.327	413
Filtros sucios de la regeneración del desengrasante	kg	0	100
Consumo eléctrico: calentamiento baños desengrase	kWh	163.468,8 (60°C)	79.411,2 (45°C)
Consumo eléctrico: recirculación desengrase	kWh	0	5.808

Gracias al desengrase biológico, se obtienen los siguientes beneficios medioambientales:

- ▶ El consumo de reactivo de desengrase químico/bacteriológico se ha reducido en un 36,8%.
- ▶ El volumen de residuo de desengrase químico/bacteriológico se ha reducido en un 99,57%.
- ▶ Eliminación de la producción del residuo: filtros sucios de la regeneración del desengrasante.
- ▶ El consumo de energía eléctrica se ha reducido en un 48%.

Además se produce una reducción de la carga orgánica contaminante de las aguas residuales.

Para la implantación del sistema de desengrase biológico se realizó una inversión de 2.413,78 e.

Además, conlleva unos costes adicionales anuales de 25.674,76 e debido a los costes del reactivo de desengrase bacteriológico, regulador de pH, humectante, gestión de lodos del desengrase, gestión de filtros y consumo eléctrico de la bomba de recirculación. Pero también se produce una reducción de costes anuales de 23.239,95 e por el ahorro de gestión de residuos de desengrase químico, mano de obra y mantenimiento del desengrase químico, reactivo de desengrase químico y consumo energético para el calentamiento de los baños de desengrase.

De manera que la implantación del sistema de desengrase biológico supone un aumento de los costes anuales totales de 2.431,81 e con respecto al proceso anterior (desengrase químico). Sin embargo, es necesario tener en cuenta que en este balance económico no se han podido evaluar las ganancias conseguidas al mejorar la productividad de las líneas electrolíticas, ya que depende de la eficacia del desengrase como cuello de botella del proceso.

Para más información sobre esta experiencia de éxito consultar www.ihobe.es

2.5.2. Mejora medioambiental del proceso de galvanización: GALVASA.

GALVASA, fundada en 1972, realiza galvanización en caliente, mediante recubrimiento metálico por inmersión en zinc fundido de las piezas suministradas por el cliente.

Las instalaciones ocupan una superficie de 31.251 m², de los cuales 8.167 m² corresponden a las naves. La empresa dispone de 49 empleados fijos y 6 temporales. La cifra de ventas en el año 2000 fue de 5,11 millones de euros, correspondiente a una producción de alrededor de veinte mil toneladas.

El desengrase biológico es aplicable todos los sectores industriales en los que se realiza algún tratamiento superficial

GALVASA dispone de un sistema de gestión de la calidad certificado desde 1995 según la norma UNE-EN ISO 9002-1994, obteniendo además la verificación de su sistema de gestión medioambiental según el Reglamento EMAS en 1997. En el 2000 se certificó el Sistema de Gestión de Prevención de Riesgos Laborales conforme a la Norma UNE 81900.

En el antiguo proceso de galvanización el material pasaba por un proceso de limpieza superficial previo, mediante su inmersión en una solución a base de hidróxido sódico (etapa desengrasante) y posteriormente en una decapante de ácido clorhídrico diluido y cloruro ferroso, todo para eliminar los óxidos, aceites y calaminas. Después se realizaba la inmersión del material en un baño de fluxado compuesto por cloruros de zinc y amonio, obteniéndose una fina capa de sales cristalizadas en toda la superficie del material, para favorecer la difusión intermetálica del zinc con el hierro.

El material pasaba posteriormente a la etapa de galvanización mediante su inmersión en zinc fundido a 450° C, en un horno que utiliza como combustible gas natural.

Por último se realizaba el enfriamiento del material mediante agua.

Entre las fases de desengrase y decapado, y de decapado y fluxado, se intercalaban enjuagues en agua corriente para evitar la contaminación por arrastres de unos baños a otros.

Vertido de aguas residuales

En el nuevo proceso se han eliminado las etapas correspondientes al desengrase y a los lavados intermedios, en los que se generaban vertidos de aguas residuales. También se han instalado equipos para la regeneración en continuo de los baños de fluxado gracias a los cuales el ácido clorhídrico arrastrado por las piezas se neutraliza con amoníaco para obtener cloruro amónico, que se reutiliza en el proceso. El hierro en forma de cloruro ferroso se trata con agua oxigenada y amoníaco, precipitándose en forma de hidróxido férrico, que una vez separado en un filtro de prensa, es utilizado para neutralizar los decapados agotados, obteniendo una solución de cloruro ferroso que se vende como floculante para el tratamiento de aguas residuales.

Emisiones atmosféricas

También se ha conseguido la reducción de las emisiones de clorhídrico, mediante la utilización de inhibidores de corrosión y tensoactivos junto con el mantenimiento en los decapados de una adecuada relación entre la concentración de ácido y de cloruro ferroso.

El galvanizado se realiza como una etapa independiente en una solución de baja concentración de clorhídrico y alta concentración de cloruro de zinc, con lo que se controla la velocidad de la reacción y se reducen las emisiones durante el galvanizado. El cloruro de zinc generado se trata en el equipo de regeneración y se utiliza en el fluxado.

Durante la inmersión de las piezas de zinc, la emisión de las partículas sólidas en suspensión se reduce mediante su captación y filtración a través de un filtro de mangas, recuperando el polvo para el proceso.

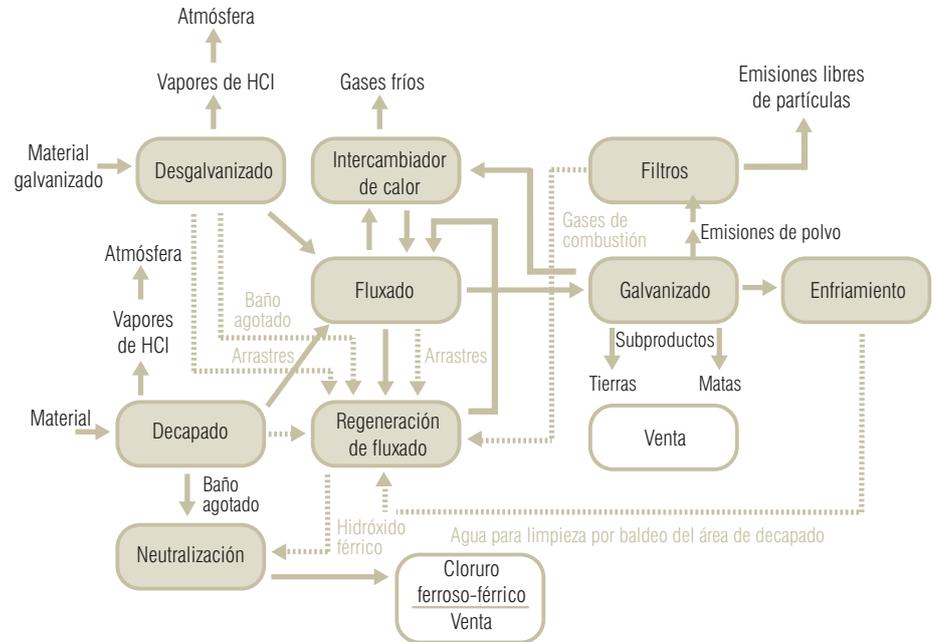
Derrames

Se recogen todos los goteos al suelo producidos por los arrastres de las piezas, tanto del decapado como del fluxado, en un depósito impermeabilizado. Mediante una bomba de nivel, estos goteos son enviados al equipo de regeneración del fluxado, recuperándose para el proceso en forma de cloruros de amonio o zinc.

Consumo de combustibles

El fluxado se calienta a una temperatura de unos 60° C mediante un recuperador del calor residual de los gases de combustión del horno de galvanizado, consiguiendo economizar todo el consumo de combustible del antiguo sistema con caldera de vapor.

En el siguiente esquema se muestra el proceso de galvanización actual:



Los indicadores de ecoeficiencia de la implementación de esta mejora medioambiental del proceso de galvanización se muestran a continuación:

- ▶ Consumos:
 - Agua
 - Cloruro de zinc
 - Amonio
 - Ácido clorhídrico
- ▶ Vertido de aguas residuales
- ▶ Emisiones a la atmósfera:
 - Partículas en suspensión (etapa de galvanizado)
 - Ácido clorhídrico (etapa de decapado)
- ▶ Generación de residuo de decapado agotado

Mejoras medio-ambientales

Los beneficios medioambientales obtenidos con la medida de ecoeficiencia adoptada son los siguientes:

- ▶ Significativa reducción de los consumos de agua (99,7%), de cloruro de zinc (del 100%, ya que todo el cloruro producido se reutiliza), de amonio (80%) y de ácido clorhídrico (60%).
- ▶ Se ha reducido casi en un 100% la generación de aguas residuales.
- ▶ La emisión de partículas en suspensión y de ácido clorhídrico se encuentra por debajo del límite establecido por la legislación vigente.
- ▶ Se elimina la generación de residuos peligrosos.
- ▶ Se evita la contaminación del suelo causada por los goteos en los arrastres de las piezas.

Beneficios económicos

El balance económico resultante se muestra en la siguiente tabla:

Ahorros	Gastos
Costo gestor de residuos: 5,17%	Consumos de materias primas: 0,94%
Tasa de vertido de Ayuntamiento: 8,27%	Energía (motores, bombas, ...): 1,24%
Recuperación de materia prima: 8,33%	Mantenimiento de los equipos: 2,91%
Ahorro combustible calentamiento fluxado: 1,55%	Materiales de reposición (filtros, ...): 0,83%
Ganancia de tiempo productivo: 5,70%	
Ahorro mantenimiento: 1,43%	
Reducción de accidentes en un 70%: 4,39%	
Canon C.H.E. por agua de pozo: N/C	
Recuperación de cubas de lavado para proceso: N/C	
Recuperación de polvo y proyecciones de zinc: N/C	
Mejora ambiental laboral: N/C	
Venta de subproducto: N/C	
Ahorro total anual: >34,84%	Gasto total anual: 5,92%

Se consigue un ahorro neto anual de costes superior al 28,92%, ya que existen una serie de parámetros que no han sido cuantificados, como por ejemplo la obtención de floculante que se vende como subproducto.

Para más información sobre esta experiencia de éxito consultar www.agua-dulce.org y www.islas.net/ma/daphnia

2.5.3. Aplicación de la producción limpia: Eczacibasi Yapi Gereçleri A.A.

La empresa Eczacibasi Yapi Gereçleri A.A. Artema Armatur Grubu produce accesorios sanitarios recubiertos en cromo y cobre desde 1983. Forma parte del Grupo Eczacibasi, una compañía internacional dedicada a la fabricación de productos farmacéuticos, productos químicos y productos de salud y cuidado personal, entre otros.

El proceso de recubrimiento galvanizado de esta empresa era anticuado y en cargas discontinuas, generando un consumo excesivo de agua para el proceso de lavado y aclarado, y de productos químicos, y un elevado vertido de aguas residuales con alta concentración de cianuro y metales pesados.

Para la producción limpia, la empresa, en el periodo entre 1993 y 1999 automatizó por completo el proceso de recubrimiento galvanizado, introduciendo además las siguientes novedades:

- ▶ Eliminación del uso de cianuro en el recubrimiento de cobre, con lo que se consigue disminuir los riesgos para la salud de los empleados y el medio ambiente.
- ▶ Recogida de los vapores generados en las etapas de recubrimiento y desengrase mediante un sistema colector, liberándolos a la atmósfera tras una filtración húmeda, lo que también mejora las condiciones ambientales y para de trabajo.
- ▶ Inclusión de un sistema de recirculación del agua que limpia el agua contaminada procedente de los tanques de aclarado mediante un sistema de intercambio iónico en un tanque de recirculación. El agua limpia es bombeada para ser utilizada de nuevo en los tanques de aclarado.
- ▶ Entre los años 1997-1998 los tanques de lavado situados después de los tanques de cromo y níquel se transformaron en tanques de recuperación de estos productos, con el objetivo de reducir los productos químicos transportados por las piezas tras el proceso de recubrimiento.
- ▶ En este periodo también se introdujo un nuevo filtro prensa y un sistema de secado de lodos de depuradora para la sección de tratamiento de aguas residuales.

El siguiente esquema muestra el nuevo proceso:



Indicadores medioambientales

Los indicadores de ecoeficiencia del programa de producción limpia desarrollado son:

- ▶ Reducción del agua tratada en la depuradora en un ratio de 1/6 respecto al proceso antiguo y, por tanto, disminución del caudal de aguas residuales vertido.
- ▶ Reducción del uso de productos químicos utilizados en el proceso de recubrimiento y en la depuradora en un 50%.
- ▶ Reducción de la generación del residuo de lodos de depuradora que posiblemente sea peligroso debido a su contenido en metales en un 70%.
- ▶ Eliminación de la presencia de cianuros y reducción de la presencia de metales pesados en el vertido final de aguas residuales.

Aunque en principio la implantación de todas las actuaciones supuso una alta inversión inicial (1.731.929,07 €), el ahorro anual conseguido es significativo (614.816,82 €).

Para más información sobre esta experiencia de éxito consultar www.cipn.es y www.sustainablealternatives.net

>> 2.6. Proyecto de implantación de una mejora de ecoeficiencia en Murcia: INDUSTRIAS JOVIR, S.L.



INDUSTRIAS JOVIR se constituyó en el año 1978 y desde entonces desarrolla su actividad en el campo de los transformados metálicos para usos eléctricos. La empresa, de capital español, tiene una línea de producción dedicada a la realización de recubrimientos metálicos mediante galvanizado en caliente.

La industria cuenta con un sistema de calidad certificado desde el año 1997 bajo la norma UNE-EN ISO 9002:94 y está en proceso de adaptación del sistema a la nueva norma del 2000. Dispone también de certificación de producto.

El centro productivo de Jovir tiene su localización en el término municipal de Fortuna sito en la provincia de Murcia, en el kilómetro 9 de la carretera de Santomera a Abanilla.

El recinto cuenta con una superficie de 15.000 metros cuadrados, de los cuales se encuentran construidos 3.340. La producción media diaria del centro es de 30 toneladas y el número de empleados 23. La empresa permanece en funcionamiento 12 horas al día, repartidas en dos turnos de trabajo.

La actividad principal de Jovir es la fabricación de dos tipos de productos. Por un lado fabrica columnas metálicas para alumbrado público y señalización de tráfico y por otro fabrica torres metálicas y herrajes para líneas de distribución de energía eléctrica de hasta 30 kV de tensión.

En ambos casos la materia prima empleada es acero en sus variadas formas comerciales, lo que requiere, por cuestiones normativas, acabados superficiales que garanticen cierto grado de protección anticorrosión. Esta protección se proporciona en la mayoría de los casos mediante galvanizado por inmersión en zinc fundido.

Anteriormente, Jovir subcontractaba a otras empresas el proceso de galvanizado, lo que disminuía la rentabilidad de la empresa, razón por la cual desde hace aproximadamente un año se decidió instalar una planta de galvanizado propia. En esta planta se galvanizan tanto los productos de la empresa como otros procedentes de otras empresas.

Proceso de galvanización

El proceso de galvanización que se lleva a cabo en las instalaciones de Jovir se compone de las siguientes etapas:



La galvanización es un tratamiento superficial para las piezas de hierro y de algunas de sus aleaciones, que consiste en aplicar un depósito de zinc sobre una pieza metálica. En este tratamiento superficial, la calidad del acabado depende del estado de la superficie de la pieza en el momento de la aplicación, por lo que es necesario realizar una fase previa que elimine las impurezas, aceites, óxidos y calaminas que contaminan la superficie a cubrir. Para esta fase de acondicionamiento Jovir ha instalado en la misma nave donde se encuentra el horno y el crisol de zinc fundido, una serie de recipientes que contienen productos químicos para conseguir el desengrase, decapado y fluxado.

Para el proceso de galvanizado es necesario fundir el zinc, lo que se lleva a cabo en un horno que opera a 450°C. Para la obtención de esta temperatura se realiza la combustión de propano.

La energía calorífica residual de estos gases a la salida del horno es muy alta, lo que recomienda su aprovechamiento. En la actualidad ésta se utiliza en el precalentamiento del aire de combustión de los quemadores del horno y en el calentamiento del baño de fluxaje, para lo que hay dispuesto un sistema de intercambio de calor, de manera que la disolución es bombeada desde la cuba a un cambiador de calor, donde se calienta por intercambio con los gases de combustión. Posteriormente, la disolución es devuelta a la cuba, mientras que los gases son emitidos a la atmósfera por una chimenea.

En la actualidad el baño de desengrasado no se calienta, aunque se conseguirían mayores rendimientos si se elevara su temperatura hasta aproximadamente 20-25° C.

Los indicadores del proceso actual correspondientes al año 2003, que servirán de referencia para evaluar la medida ecoeficiente a aplicar, son los siguientes:

Indicador	Unidad	Valor inicial
Consumo de energía eléctrica	kWh/año	944.726
Coste del consumo de energía eléctrica	€/año	66.130,82
Consumo de propano	kg/año	193.000
Coste del consumo de propano	€/año	81.060
Consumo específico de energía eléctrica	kWh/t producida	196,57
Coste específico del consumo de energía eléctrica	€/t producida	13,76
Consumo específico de propano	kg/t producida	41,16
Consumo específico de consumo de propano	€/t producida	16,87

Diseño de la mejora

Las modificaciones para la mejora de la ecoeficiencia de la planta consistirían en la construcción de una nueva instalación para calentar la disolución del baño de desengrasado hasta unos 20-25°C (que es la temperatura óptima de funcionamiento), tras la futura ampliación del horno de propano.

Para ello se aprovechará el calor de los gases de combustión del propano en el horno de fundición del zinc de forma indirecta. Así, se utilizará como agente transportador del calor la propia disolución del baño de fluxaje que, en la actualidad, se está calentando directamente con los humos.

El sistema se instala a partir de los equipos existentes, de manera que con pequeñas modificaciones en las actuales instalaciones, que suponen una inversión muy baja, se conseguirán grandes beneficios medioambientales. En la tubería de entrada de la disolución de fluxaje al cambiador existente, se colocará una válvula autorreguladora de temperatura de 3 vías, que regulará el caudal de entrada al cambiador existente y al nuevo de placas que se va a instalar. La regulación del caudal se hace en función de la temperatura en el baño de fluxaje.

El calentamiento del baño de desengrasado provoca una reducción en el consumo de energía

En el cambiador existente, la disolución del baño de fluxaje se calienta hasta una temperatura superior a 50°C con los gases de combustión provenientes del horno fundidor de zinc.

Mientras que en el cambiador de calor de placas nuevo, se calentará la disolución de desengrasado para obtener la temperatura óptima del baño (25°C) con la disolución de fluxaje (previa a su entrada en el cambiador existente) que circula a 50°C.

Tras pasar por el cambiador, las disoluciones de fluxaje y de desengrasado vuelven a los baños de fluxaje y de desengrasado respectivamente.

El circuito de calefacción del líquido desengrasador se completa con la instalación de la bomba centrífuga de 0,55 kW de potencia, que impulsa el fluido a lo largo de todo el circuito.

Con este aumento de la temperatura del baño de desengrasado se consigue mejorar la calidad de las piezas metálicas recubiertas, al aumentar la eficacia del proceso de desengrasado, y disminuir el tiempo de operación.

Indicadores de ecoeficiencia

Los indicadores de ecoeficiencia, que pueden ser comparados con los calculados para el proceso actual, son:

Indicador	Unidad	Valor inicial	Valor final	Diferencia
Consumo de energía eléctrica	kWh/año	944.726	955.757,26	11.031,26
Consumo específica de energía eléctrica	kWh/t producida	196,57	189,39	-7,18
Coste del consumo de energía eléctrica	€/año	66.130,82	66.903,01	772,19
Coste específico del consumo de energía eléctrica	€/t producida	13,76	13,26	-0,50
Consumo de propano	kg/año	193.000	194.930	1.930
Consumo específico de propano	kg/t producida	41,16	38,62	-2,54
Coste del consumo de propano	€/año	81.060	81.870,6	810,6
Coste específico del consumo de propano	€/t producida	16,87	16,22	-0,65

El calentamiento del baño de desengrasado provoca una reducción en el consumo de energía

Se aprecia una disminución de las fuentes de energía utilizadas, tanto del consumo de energía eléctrica (del 3,5%) como del consumo de propano (del 3,8%).

Además de estos beneficios medioambientales, la actuación traerá consigo también beneficios económicos, puesto que con una reducida inversión se logra aumentar la producción de manera notable, mejorando además la calidad de la misma.

Justificación económica ¹

Las mejoras que se van a llevar a cabo en la industria de recubrimientos metálicos Jovir, S.L. van a suponer una inversión total de 10.784,40 €.

Las nuevas instalaciones requieren unos mayores costes de operación debido a la instalación de la bomba que tiene una potencia de 0,55 kW. Así, los gastos de explotación de la nueva instalación son de 110,88 €/año.

Al aumentar la producción va a ser necesario un mayor calentamiento en el resto de los baños. Este aumento energético se cifra en un 1% del consumo actual en la planta.

1. La justificación económica se ha realizado mediante estimaciones de los indicadores a partir de datos mensuales de los mismos

Teniendo en cuenta los gastos actuales en energía eléctrica y combustible, un aumento del 1% del consumo tanto de energía eléctrica como de combustible supone un aumento del gasto de 885,50 €/año.

Además, los gastos de mantenimiento anual considerando un 2% de la inversión inicial en equipos mecánicos e instrumentación y un 0,5% de la inversión inicial en Obra Civil ascienden a la cantidad de 67,02 €.

De manera que se produce un aumento de los costes de producción de 1.063,4 €/año.

La actuación que se va a realizar en el baño de desengrasado va a reducir el tiempo de operación en la misma y, como consecuencia, en todo el proceso. De esta forma se conseguirá una mayor producción que repercutirá en unos mayores ingresos. La estimación de este beneficio industrial es difícil de calcular debido al tipo de productos que fabrica la empresa. Su actividad es el recubrimiento de distintos tipos de piezas metálicas, cuya valoración en el mercado es muy diferente y, por tanto, también el beneficio obtenido. Lo que sí se puede calcular es la reducción del coste unitario de energía que se va a producir.

El aumento de la producción se cifra en un 5%, lo que supone un aumento de 1,5 t/día, lo que representa una producción anual de 7.560 t frente a las 7.200 t actuales.

El consumo de energía va a ser prácticamente el mismo, menos el aumento calculado anteriormente. Como se puede ver en la tabla, el valor unitario del gasto tanto en consumo de energía eléctrica como en consumo de combustible disminuye por tonelada de producto:

Ahorro de energía eléctrica por t producida	0,15 euros
Ahorro de propano por t producida	0,3 euros
Ahorro total por t producida	0,45 euros

Así, el ahorro energético que se produciría en la empresa si se implantara esta mejora sería de 3.402,0 €/año.

Para calcular la rentabilidad de la inversión se han aplicado los siguientes criterios:

- ▶ Valor Actual Neto (VAN).
- ▶ Tasa Interna de Rentabilidad (TIR).

Al final de su vida útil (se han considerado 15 años de amortización de la inversión), se considera que el valor residual de la instalación es del 5% de la inversión en equipos e instrumentación (200,82 €).

Se ha tenido en cuenta que la inflación de cobros y pagos es igual a la inflación general del mercado, con lo que se independiza del análisis de la inflación. También se ha considerado un interés bancario del 5%, constante a lo largo del tiempo.

El valor obtenido para el VAN ha sido de 12.939 €; su valor positivo indica la viabilidad de la inversión.

Por otro lado, resulta un TIR del 20,36%. Como se ha supuesto un interés del 5%, indica que la inversión produce un interés mucho mayor al que se obtendría en cualquier entidad financiera, y por tanto, resulta rentable.

El tiempo en que se recuperaría la inversión realizada es de 4,61 años.

3 <

Referentes para la calidad ambiental y
la ecoeficiencia del Sector de
la Industria en Murcia

Talleres de reparación de vehículos



3. Talleres de reparación de vehículos

>> 3.1. Introducción al sector

La reparación y mantenimiento de vehículos es una actividad incluida en la Clasificación Nacional de Actividades Económicas en los grupos 50.2 "Mantenimiento y reparación de vehículos de motor" y 50.4 "Venta, mantenimiento y reparación de motocicletas y ciclomotores y sus repuestos", dentro del sector de "Venta, mantenimiento y reparación de vehículos de motor, motocicletas y ciclomotores; venta al por menor de combustible para vehículos de motor".

Dentro de la agrupación 50.2 del CNAE se incluyen:

- ▶ El mantenimiento y reparación de vehículos a motor:
 - Reparaciones mecánicas.
 - Reparaciones eléctricas.
 - Revisiones ordinarias.
 - Reparación de carrocerías.
 - Reparación de accesorios de vehículos de motor.
 - Lavado, pulimentado, etc.
 - Rociado y pintura.
 - Reparación de parabrisas y ventanillas.
- ▶ La reparación, instalación y sustitución de neumáticos; reparación de pinchazos.
- ▶ El remolque y asistencia en carretera.
- ▶ La instalación de repuestos y accesorios.

En la agrupación 50.4 del CNAE están incluidos:

- ▶ La venta al por mayor y al por menor de motocicletas, incluidos los ciclomotores.
- ▶ La venta al por mayor y al por menor de repuestos y accesorios de motocicletas de todo tipo.
- ▶ Las actividades de intermediarios.
- ▶ El mantenimiento y reparación de motocicletas.

En el año 2002 existían 47.922 empresas dedicadas al mantenimiento y reparación de vehículos de motor en el ámbito nacional, de las que 47.603 son empresas correspondientes al CNAE 50.2 y las restantes 319 al grupo 50.4 del CNAE.

El sector de talleres de reparación de vehículos en España

	Empresas		Locales	
	Número	%	Número	%
Sin asalariados	15.993	33,37	15.765	35,06
De 1 a 5 asalariados	26.763	55,85	25.520	56,76
De 6 a 9 asalariados	2.688	5,61	2.165	4,82
De 10 a 19 asalariados	1.496	3,12	1.043	2,32
De 20 a 49 asalariados	839	1,75	422	0,94
De 50 a 99 asalariados	123	0,26	39	0,087
De 100 a 199 asalariados	14	0,03	4	0,009
De 200 a 499 asalariados	6	0,01	1	0,002
De 500 o más asalariados	-	-	1	0,002
Total	47.922	100	44.960	100

Fuente: DIRCE. INE. 2002

El 94,83% de los talleres de reparación de automóviles tiene menos de 10 empleados

En el sector de talleres de reparación de automóviles se puede considerar que existen dos tipologías bien diferenciadas. Por un lado, se encuentra el taller moderno, que presenta un cierto tamaño y que está más o menos tecnificado. En estos talleres, además de realizarse servicios de reparación se suelen incorporar actividades comerciales. Y por otro lado, el taller tradicional, pequeño y con unos niveles de facturación bastante limitados.

Los establecimientos dedicados a la reparación de vehículos presentan en general un tamaño muy reducido (hasta 5 asalariados), más cercano al taller tradicional que a los más desarrollados. Únicamente el 0,3% de los establecimientos superan los 50 empleados.

>> 3.2. El sector en Murcia

La Región de Murcia cuenta con 1.553 empresas del sector del mantenimiento y reparación de vehículos de motor, motocicletas y ciclomotores, de las que 1.542 son empresas dedicadas al mantenimiento y reparación de vehículos de motor y 11 empresas se dedican a la venta mantenimiento y reparación de motocicletas, y ciclomotores y sus repuestos (Fuente: Instituto Nacional de Estadística. Datos 2002).

A continuación se desglosan estos datos en función del número de asalariados:

	Número de asalariados						
	Sin asalariados	De 1 a 2	De 3 a 5	De 6 a 9	De 10 a 19	De 20 a 49	De 50 a 199
Nº de empresas	527	648	229	85	41	19	4

Fuente: Instituto Nacional de Estadística. Datos 2002.

Se puede apreciar que se trata de un sector formado por empresas de pequeño tamaño, ya que cerca del 95% de los establecimientos tiene menos de 10 asalariados.

Pese a su reducido tamaño en cuanto al número de trabajadores, se trata de una actividad que presenta una considerable incidencia ambiental, por lo que en su mayoría está sometido a trámite de Calificación Ambiental. Únicamente están exentos de Calificación Ambiental los talleres cuya potencia mecánica instalada no supere los 50 kW. El trámite de Calificación Ambiental es de competencia municipal excepto en aquellos casos que establece el título II del capítulo III de la ley 1/1995, de 8 de marzo, de protección del medio ambiente de la Región de Murcia y en aquellos talleres que realicen vertidos fuera de colectores municipales.

>> 3.3. Proceso productivo

Las actividades que pueden tener lugar en un taller de reparación de vehículos a motor, se pueden dividir en dos áreas diferenciadas:

- ▶ Área de reparación de chapa y pintura.
- ▶ Área de reparación mecánica y eléctrica.

Existen así talleres de reparación que únicamente disponen de alguna de las áreas anteriormente mencionadas.

En general, los talleres de reparación de vehículos son pequeños productores de residuos peligrosos, siempre que no generen más de 10 toneladas de residuos peligrosos al año, según establece el artículo 22.1 del Real decreto de 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986 Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, o productores (artículo 10 del R.D. 833/1988), si superan la citada cantidad.

Reparación de chapa y pintura

Los talleres de chapa y pintura están incluidos en el Catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera (Anexo II) del Decreto 833/1975, de 6 de febrero, desde el punto de vista de aplicación en frío de barnices no grasos, pinturas y tintas de impresión sobre cualquier soporte y cocción o secado de los mismos, bien cuando la cantidad almacenada en el taller sea igual o inferior a 1.000 litros (Grupo C) o cuando sea superior a la citada cantidad (Grupo B).

Normalmente la primera operación que se realiza en el área de reparación de chapa y pintura consiste en desmontar las piezas del vehículo que han quedado inútiles para su uso. Estas piezas pueden ser sustituidas por otras nuevas (repuesto) o, en el caso de que sea posible, ser reparadas. Posteriormente se procede al montaje en el vehículo de los repuestos o piezas reparadas. En la operación de montaje se realizan entre otras, soldaduras de aquellas partes que lo requieran.

La reparación de chapa conlleva normalmente la siguiente secuencia de operaciones:

a. Lijado: En primer lugar se lija la parte superficial de la chapa y se aplica una pasta para rellenar los huecos de la chapa deformada. Esta pasta de sellar requiere un tiempo para que "cure", proceso que consiste en la polimerización de una resina, acelerada con la adición de catalizadores que provoca un endurecimiento de la misma. Posteriormente se lija la masilla eliminando el exceso y nivelando la superficie, para lo cual se utilizan lijadoras eléctricas o neumáticas.

b. Aplicación del aparejo: El paso siguiente consiste en la aplicación, sobre la masilla, del llamado "aparejo", que también requiere de un tiempo de secado o "curado" ya que al igual que la masilla se trata de un compuesto monomérico que polimeriza por la adición de un catalizador. Nuevamente se realiza un lijado fijo, manual, para cubrir los pequeños defectos superficiales que pudieran quedar. Al finalizar esta operación, los huecos de la chapa deformada quedan rellenos de una pasta endurecida, con una superficie lisa, preparada para ser pintada.

c. Decapado: Para eliminar desconchamientos y cualquier tipo de adhesiones existentes en la superficie del vehículo por impacto o fricción con superficies de distinta naturaleza. Después hay que realizar una limpieza de la superficie, que consiste en una limpieza convencional de decapado y suciedad impregnadas.

d. Pintado: El pintado es la etapa más contaminante de todo el proceso. Se trata de obtener un recubrimiento que no pueda diferenciarse del original. Esta operación puede dividirse en las siguientes etapas:

- ▶ Preparación de pinturas: consiste en la preparación de mezclas de pinturas, catalizadores y disolventes adecuados para conseguir la especificación adecuada en cuanto a color, brillo, etc.
- ▶ Pintado: según la cualidad y cantidad de las capas que se van a aplicar, se puede distinguir entre los siguientes:
 - Monocapa: aplicaciones de capas de pintura de idéntica composición.
 - Bicapa: aplicaciones en dos fases, en la primera fase se aplica el color, y una vez que el color esté seco se aplica en una segunda fase un barniz de acabado transparente que confiere brillo y dureza.
 - Tricapa: aplicaciones en tres fases, una base bicapa que confiere color de fondo, otra capa de efecto y la última capa de barniz para ofrecer brillo y dureza.

e. Secado y pulido: Finalmente se procede al secado de la pintura, que puede acelerarse si se realiza a través de cabinas u hornos de secado con temperaturas que oscilan entre 20-80°C. Suelen utilizarse las mismas cabinas de pintado. Esta operación va seguida de un pulido que abrillanta la superficie de la chapa.

Reparación mecánica y eléctrica

Las principales operaciones que se realizan en el área de reparación mecánica y eléctrica son las reparaciones por avería y las revisiones y puestas a punto periódicas, como mantenimiento preventivo del vehículo.

La revisión periódica y puesta a punto se basa en la sustitución de aquellas piezas y fluidos "consumibles" o "perecederos" que, por el uso, pierden su aptitud para la función que realizan, por ejemplo:

- ▶ Cambio de aceite.
- ▶ Cambio del filtro del aceite.
- ▶ Cambio del filtro de aire.
- ▶ Cambio de bujías.
- ▶ Cambio de platinos.
- ▶ Cambio de baterías.
- ▶ Ajuste de niveles: líquido anticongelante, líquido frenos, presión neumáticos.
- ▶ Cambio de discos de frenos.

La reparación de averías conlleva una serie de operaciones específicas en función del tipo concreto de avería que presente el vehículo. El proceso comienza con una inspección para determinar el problema, seguido de un desmontaje de aquellas partes que han sido afectadas. Una operación frecuente es el lavado del motor o lavado de piezas, una vez desmontadas. Tras la reparación de los desperfectos o, en su caso, sustitución de las piezas estropeadas por otras nuevas, se procede al montaje de las mismas, bien sean del motor (reparación mecánica) o del sistema eléctrico (reparación eléctrica).

Finalmente hay una verificación de la reparación efectuada para comprobar el correcto funcionamiento mecánico y/o eléctrico.

Es habitual que este tipo de talleres dispongan de túneles u otro tipo de sistemas de lavado de vehículos.

>> 3.4. Aspectos medioambientales asociados a los talleres de reparación de vehículos

Los principales aspectos derivados de las actividades de reparación de vehículos están asociados a la generación de residuos, generación de vertidos, emisiones atmosféricas (compuestos orgánicos volátiles y sustancias que agotan la capa de ozono) y generación de ruidos.

Dentro de estos impactos, la generación de residuos peligrosos es sin duda el más significativo, dada la cantidad y variedad de los mismos.

- ▶ Residuos:
 - Residuos no peligrosos: Chatarra, papel, cartón, plásticos, vidrio y neumáticos.
 - Residuos peligrosos: Los principales tipos de residuos peligrosos generados son baterías, líquido de dirección asistida, aceite usado, anticongelante, líquido de frenos, disolventes usados, papel o plástico de enmascarar, absorbentes contaminados (Papel, trapos o serrín impregnados de pintura, aceites, ...), envases metálicos o plásticos contaminados, lodos de reciclaje de disolvente, restos de pintura, filtros de aceite, filtros de combustible, filtros de cabina de pintura o plataformas de lijado, pilas y fluorescentes.
- ▶ Vertido de aguas residuales: Procedentes del lavado de vehículos y limpieza de instalaciones.

La principal fuente de contaminación de los talleres de reparación de vehículos es la causada por la generación de residuos peligrosos, dado su alto volumen y la gran variedad de los mismos.

- ▶ Emisiones a la atmósfera: Están constituidas por las que pueden emitir los vehículos en reparación al poner el motor en funcionamiento, por los productos aerosoles como los limpiadores de carburador, impermeabilizantes, etc.

Igualmente son importantes las emisiones procedentes de la cabina de pintura y de las plataformas de lijado.

- ▶ Ruido: La generación de ruidos en los talleres de reparación se produce principalmente en el área de reparación de chapa y pintura. En las otras áreas el ruido es generado principalmente por el funcionamiento de los vehículos, compresores y otros equipos auxiliares.

>> 3.5. Experiencias de éxito relevantes para el sector

Las medidas ecoeficientes recogidas en las experiencias de éxito están enfocadas a reducir el consumo de agua, materias primas y auxiliares y a reducir la liberación de contaminación al medio ambiente, especialmente la generada por las emisiones atmosféricas, por los vertidos de efluentes líquidos y por los residuos producidos.

3.5.1. Proyecto de minimización de residuos peligrosos

Kingsbury Auto es un pequeño taller de reparación de vehículos que tiene cinco trabajadores y se encuentra situado en Stateline, Nevada.

Una de las operaciones que se realiza en este taller es el cambio de líquido anticongelante.

Este anticongelante gastado puede contener metales pesados tales como plomo, cadmio y cromo en niveles suficientemente altos, lo que lo convierte en residuo peligroso.

Al realizarse el cambio del líquido anticongelante de los vehículos, el residuo peligroso que se generaba (anticongelante gastado) era almacenado en las instalaciones del taller, y de forma mensual se entregaba a un gestor externo para que recibiera un tratamiento adecuado.

De forma anual se generaban 4.560 litros de residuos de anticongelante, lo que tenía un coste de 864 € al año para el taller.

El taller se fijó como objetivo de ecoeficiencia una minimización en la generación de residuos peligrosos.

Para ello, y gracias a una subvención concedida por la División de Protección Ambiental de Nevada, el taller adquirió una unidad de recuperación de líquido anticongelante, consistente en un sistema de filtración en circuito cerrado.

El funcionamiento de esta unidad es el siguiente: el líquido anticongelante es bombeado directamente desde el sistema de refrigeración del vehículo a la unidad de recuperación. En esta unidad el anticongelante gastado pasa a través de dos filtros, para ser devuelto posteriormente al vehículo.

Esta operación tiene una duración aproximada de 30 minutos. Tras esto, el pH es ajustado entre 9.5 y 10.5, mediante aditivos.

Los filtros utilizados en la unidad de recuperación necesitan ser cambiados cada cierto tiempo, dependiendo de la cantidad y calidad del anticongelante tratado.

La inversión realizada en la unidad de recuperación del anticongelante tuvo un coste de 1.935 €. La División de Protección Ambiental de Nevada aportó 967,7 €, y Kingsbury aportó el resto.

El indicador de ecoeficiencia de la implementación de la medida se recoge en la siguiente tabla:

Indicador	Unidad	Valor inicial	Valor final
Generación de residuos peligrosos (anticongelante gastado)	Litros/año	4.560	900

Gracias a la aplicación de esta medida se obtiene una reducción de 3.660 litros en la generación de residuos peligrosos procedentes del cambio de anticongelante en los vehículos. Esto es debido a que actualmente todo el anticongelante que se genera al mes (380 litros), excepto 75 litros que no tienen las características adecuadas para ser recuperados con este equipo, son tratados in-situ en las instalaciones.

A pesar de que en ocasiones algún cliente no se fíe de la calidad del anticongelante recuperado, algunos fabricantes de vehículos (General Motors, Ford Motor Company y Cummins) garantizan la calidad de este anticongelante mediante la certificación de las unidades de recuperación.

Con este sistema de recuperación de anticongelante, además de conseguir un ahorro económico por la gestión del líquido anticongelante utilizado de 693 € anuales, se consigue un importante ahorro en la compra de anticongelante nuevo de 2.160 € anuales.

Para más información consultar www.dtsc.ca.gov, <http://nsbdcbeb.org>

3.5.2. Eliminación de productos químicos en el proceso de decapado

Carstrip Pty Ltd es una compañía creada en 1991 que está especializada en procesos de decapado de pintura de vehículos. Aunque comenzó su actividad con automóviles, actualmente también trabajan con autobuses y camiones debido al éxito del sistema que utilizan.

En Carstrip Pty Ltd. se utilizaban disolventes u otros productos químicos, dependiendo del material de fabricación del vehículo, para conseguir la descomposición de la pintura de la superficie de los vehículos antes del pintado.

Estos decapantes químicos se aplicaban a la carrocería del coche dejando que empaparan durante un periodo de tiempo, tras el cual eran eliminados de forma manual y mediante agua.

Carstrip observó que el problema que presentaba este sistema era la gran cantidad de residuos y aguas residuales que se generaban, y que debían ser tratados por un gestor autorizado.

Otro problema detectado fue el hecho de que en ocasiones pequeñas cantidades de disolvente se introdujeran en la carrocería, afectando de forma negativa al proceso de repintado del vehículo.

Además existe el inconveniente de que los disolventes no pueden ser utilizados sobre todo tipo de material, como es el caso de la fibra de vidrio. De manera que en estos casos se utilizaban unos productos especiales pero que presentaban los mismos problemas que el resto de disolventes.

El decapado a mano, que en ocasiones se utilizaba en este taller, generaba mucho polvo y requería mucho tiempo, por lo que tenía un alto coste en mano de obra.

Debido a estas dificultades existentes en cuanto a los sistemas de decapado de pintura, en Carstrip se importó un sistema de Estados Unidos diseñado por la empresa Pauli & Griffin, que inicialmente fue desarrollado para la utilización en la industria aeronáutica, por lo que se trata de un sistema innovador implantado en pocos talleres de reparación de vehículos.

Los plásticos no son tóxicos, pero si se contaminan con restos de pintura deberán ser eliminados como residuos peligrosos.

Se trata de un sistema decapante en seco, que es efectivo para la fibra de vidrio, el aluminio y otros materiales.

En el proceso, se utiliza aire a presión para aplicar el granulado de plástico en la superficie del vehículo, con la suficiente fuerza como para eliminar la pintura de los vehículos pero sin dañar el metal. Se trata, por tanto, de un suave proceso abrasivo.

Para aplicarlo se utiliza una máquina especialmente diseñada para ello y se lleva cabo en un entorno cerrado, que permite la recolección y reutilización de las virutas de plástico. El polvo y otros elementos no útiles son eliminados mediante un proceso de selección interno.

Durante el proceso se producen pequeñas pérdidas de virutas de plástico debido al desgaste.

El plástico utilizado en este proceso es una resina termoplástica acrílica que inicialmente era importada desde Estados Unidos, pero que actualmente es producida por la compañía a partir de sobrantes del material que compra.

La implantación de este sistema de decapado supuso una inversión en equipos de 90.000 €.

Los indicadores de ecoeficiencia del proceso de decapado en seco implantado son:

- ▶ Reducción del 100% en el consumo de solución decapante, siendo 10 litros por vehículo el consumo del proceso antiguo.
- ▶ Eliminación de los lodos residuales asociados al proceso de eliminación de pintura mediante compuestos químicos.
- ▶ Ausencia de emisión de compuestos orgánicos volátiles.
- ▶ Disminución en la emisión de polvo.

Con la implantación de este sistema de decapado se han conseguido ahorros por:

- ▶ La eliminación del uso de productos químicos.
- ▶ La reducción del coste de gestión de los residuos peligrosos.
- ▶ Al reducirse el coste de la mano de obra necesaria para eliminar la pintura de los vehículos.

El tiempo en que se recuperaría el desembolso inicial (Periodo de Retorno de la Inversión) es de menos de 3 años.

Por otra parte, gracias a la disminución en el tiempo de aplicación de este método, se pueden atender más reparaciones en menor tiempo.

Otra de las ventajas de este sistema es que se consigue un entorno de trabajo más adecuado para los trabajadores, ya que se elimina el uso de productos químicos.

Para más información consultar www.deh.gov.au

3.5.3. Limpieza eficiente con depuración y reciclado integrados del agua

Dentro del proyecto LIFE sueco ENV/SWE/312 se ha desarrollado una planta de lavado automático de vehículos en la ciudad de Veddesta, situada en las afueras de Estocolmo.

Las instalaciones convencionales de lavado de vehículos utilizan un sistema de flujo rectilíneo, es decir, se capta agua limpia, se añaden sustancias químicas y se utiliza la mezcla según necesidad. El líquido usado se recoge en un separador de aceite con salida directa al sistema de alcantarillado.

Así, cada nueva entrada de agua limpia provocaba la salida de una cantidad correspondiente de agua, bajo la forma de:

- ▶ Aguas residuales.
- ▶ Vapor de agua, que se elimina por ventilación.
- ▶ Partículas de agua que quedan adheridas al vehículo.

Este tipo de sistema de lavado convencional utiliza agua y productos químicos en abundancia y produce cantidades importantes de aguas residuales contaminadas por la presencia de grandes cantidades de materias orgánicas, que dificultan la depuración biológica en los sistemas convencionales de tratamiento de aguas residuales. Este problema se ve agravado si las aguas contienen metales pesados u otras sustancias tóxicas, por ejemplo.

Los indicadores de ecoeficiencia del sistema de lavado convencional, que servirán de referencia para evaluar la medida ecoeficiente a aplicar, son los siguientes:

Indicador	Unidad	Valor inicial
Consumo de agua	m ³ /año	12.000
Generación de aguas residuales	m ³ /año	11.700
Consumo de productos químicos	kg/año	1.500
Contaminación por plomo, cromo y níquel	kg/año	1,7
Contaminación por cadmio	kg/año	0,047
Contaminación por zinc	kg/año	8,2
Contaminación por aceites	kg/año	298,4

La solución aplicada consiste en la implantación del sistema Wash Circulation, que depura y recicla el agua. Este sistema permite la reutilización del agua en el circuito de lavado, siendo el caudal de recirculación de la planta de 70 litros por minuto.

La planta diseñada tiene una capacidad de lavado de 16 automóviles a la hora.

El sistema asegura la calidad del agua reutilizada, garantizando que se realiza un lavado eficiente de los vehículos. Para ello incluye elementos limpiadores del agua en el sistema, que evitan el exceso de sustancias contaminantes.

El diseño proyectado es mucho más económico y seguro que en los sistemas tradicionales de lavado. Así, el único consumo de agua que se produce con el sistema Wash Circulation es para compensar las pérdidas, que se han estimado en 15 litros por lavado, para así mantener constante el nivel de agua del sistema de lavado.

El sistema Wash Circulation permite el reciclaje del 100% del agua.

Características de la planta

Está construida con elementos prefabricados de hormigón para evitar la existencia de juntas y conseguir superficies lisas. El suelo y las paredes de la zona de lavado están recubiertos por una capa continua de plástico.

Las puertas de entrada, entre las zonas de lavado y secado, y de salida se han elegido atendiendo a criterios de resistencia, escaso mantenimiento y baja tendencia a la condensación de vapor de agua, para evitar que el agua gotee sobre la superficie de los vehículos y lo oxide.

Por este mismo motivo, la planta dispone de zonas diferenciadas de lavado y secado, separadas por una puerta, para evitar la propagación de las partículas de agua entre dichas zonas.

El hecho de que las zonas de lavado y secado estén separadas permite que mientras un automóvil está siendo lavado otro sea secado.

La planta estuvo operando durante varios meses, y el sistema de reciclaje funcionó conforme a lo esperado.

Indicadores de ecoeficiencia

Los indicadores de ecoeficiencia de la implementación de la medida considerada son los siguientes:

Indicador	Unidad	Valor inicial	Valor final
Consumo de agua	m ³ /año	12.000	300
Generación de aguas residuales	m ³ /año	11.700	0
Consumo de productos químicos	kg/año	1.500	500
Contaminación por plomo, cromo y níquel	kg/año	1,7	0
Contaminación por cadmio	kg/año	0,047	0
Contaminación por zinc	kg/año	8,2	0
Contaminación por aceites	kg/año	298,4	0

Se obtiene un ahorro en el consumo de agua de 11.700 litros anuales, lo que equivale al 97,5% del consumo. Además, esta reducción del consumo de agua no afecta a la calidad del lavado.

La recirculación del agua reduce al 100% el volumen de aguas residuales que se generaban anteriormente con los sistemas tradicionales de lavado y permite reducir el consumo de productos químicos en más de un 65%.

Otra de las ventajas del sistema es que no requiere una gran inversión económica ni instalaciones de alta tecnología, ya que el sistema W&C utiliza técnicas conocidas, equipos de bajo coste y productos químicos acreditados, sencillos y económicos.

Para más información consultar www.macserien.com

>> 3.6. Proyecto de implantación de una mejora de ecoeficiencia en Murcia: Antonio Nicolás Montoya S.A.



El aspecto medioambiental sobre el que va a incidir la mejora de ecoeficiencia propuesta es el consumo de electricidad procedente de la red

Indicadores de ecoeficiencia

Diseño de la mejora

Antonio Nicolás Montoya S.A. es una empresa de nacionalidad española dedicada a la reparación de vehículos, desarrollando actividades relacionadas con la chapa, la pintura y la mecánica de los vehículos. Además, presta un servicio de grúa. Dispone de once empleados de carácter fijo a los que hay que sumar otros cinco empleados contratados como profesionales autónomos.

Inicialmente, la empresa disponía de un taller ubicado en la Carretera de la Paloma nº 10, en Era Alta. En el año 2000, amplió sus instalaciones construyendo otro taller en el Polígono Industrial Oeste de San Gines, compuesto por dos naves adyacentes. La nave principal ocupa una superficie aproximada de 450 m².

La propuesta de mejora a implantar se ha basado en el análisis del consumo de energía eléctrica debida al sistema de iluminación de la nave principal de la empresa.

Dicha nave cuenta con una instalación de alumbrado interior constituida por 24 luminarias dotadas de lámpara de 250 W de V.S.A.P., no disponiendo de más alumbrado natural que el que proporcionan dos pequeñas ventanas laterales y dos puertas existentes de 4 x 5 m al permanecer abiertas ya que la cubierta está realizada en su totalidad con chapa galvanizada sin ningún tipo de lucernarios en su parte superior.

Las características constructivas de la nave y la escasez de iluminación natural obligan al funcionamiento de la instalación de alumbrado durante la totalidad de la jornada de trabajo (de 8,00 a 20,00 horas).

Este hecho hace que el consumo de energía eléctrica se convierta en un aspecto medioambiental importante para el establecimiento. Por lo tanto, el proyecto de ecoeficiencia va a incidir en la implantación de medidas encaminadas a mejorar el citado aspecto.

El consumo actual de energía eléctrica para el alumbrado interno de la nave se calcula en función de un encendido simultáneo de las 24 luminarias de 250 W durante la totalidad de la jornada de trabajo (40 horas semanales). El consumo anual es de 12.960 kWh/año.

En la siguiente tabla se muestran los indicadores del actual proceso, que servirán de referencia para evaluar la medida ecoeficiente a aplicar:

Indicador	Unidad	Valor inicial
Consumo de energía eléctrica por el sistema de iluminación	kWh/año	12.960
Consumo de energía eléctrica por el sistema de iluminación	kWh/año/superficie	28,8
Consumo de energía eléctrica por el sistema de iluminación	€/año	1.040
Consumo de energía eléctrica por el sistema de iluminación	€/año/superficie	2,3

Se ha considerado que el precio de la energía eléctrica es 0,08 €/kWh.

La mejora a implantar en la industria Antonio Nicolás Montoya es la sustitución de parte de la cubierta existente por lucernarios translúcidos que permitan el paso de la luz natural.

Dado que la superficie de cubierta es de 450 m² y que la altura libre interior es superior a 6 m, para conseguir el máximo aprovechamiento de luz natural en la nave se ha calculado que la superficie total de la cubierta ocupada por lucernarios debe ser de un 17%, lo que equivale a una superficie neta translúcida de 76,50 m².

Se ha previsto la sustitución de 3 franjas longitudinales de 17 m de longitud perpendiculares a la cumbre con una anchura unitaria de 1,78 m. De esta anchura, 1,50 m corresponden a superficie neta de lucernario y 0,28 m corresponden a los solapes laterales necesarios para efectuar las uniones con la cubierta existente.

El material empleado para la construcción de los lucernarios es placa translúcida de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 1 mm de espesor con tratamiento de protección tipo "gel-coat", para mayor resistencia al envejecimiento producido por los rayos solares.

Para su colocación será necesario el desmontaje de la cubierta existente que es realizado desde el interior de la nave.

La nueva instalación del alumbrado interior permite que el funcionamiento del sistema de iluminación quede reducido a 4 horas diarias dentro de la jornada de trabajo durante el período comprendido entre los meses de noviembre a abril, obteniéndose un nuevo consumo de energía eléctrica anual de la instalación de alumbrado interior de 2.880 kWh/año, equivalente al funcionamiento durante 20 horas semanales durante 6 meses al año.

La nueva instalación de alumbrado también permite mejorar las condiciones laborales de los empleados, ya que se consigue un incremento del número de horas de trabajo en las que se utiliza iluminación natural en lugar de luz artificial.

En la siguiente tabla se resumen los indicadores de ecoeficiencia del nuevo proceso, comparados con los calculados para el proceso anterior:

Indicador	Unidad	Valor inicial	Valor final	Diferencia
Consumo de energía eléctrica por el sistema de iluminación	kWh/año	12.960	2.880	10.080
Consumo de energía eléctrica por el sistema de iluminación	kWh/año/superficie	28,8	6,4	22,4
Consumo de energía eléctrica por el sistema de iluminación	€/año	1.040	230	810
Consumo de energía eléctrica por el sistema de iluminación	€/año/superficie	2,3	0,5	1,8

Puede apreciarse que el ahorro energético de la mejora proyectada supone una disminución del consumo eléctrico de 10.080 kWh/año, es decir de 810 €/año.

Además, al disminuir las horas de encendido del sistema de iluminación artificial, disminuyen los costes asociados a la reposición de las lámparas, así como a otras actividades de mantenimiento del sistema.

Justificación económica

La inversión necesaria para realizar la mejora propuesta asciende a 11.861,20 € (16% de IVA incluido). No se consideran los gastos de mantenimiento ya que son análogos a los de la cubierta sustituida.

La mejora propuesta supone un ahorro a la empresa en concepto de iluminación artificial interior de 810 €/año, correspondientes a la diferencia en el consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación de la nave antes y después de realizar la mejora.

Se han aplicado los siguientes criterios para valorar la rentabilidad de la inversión:

- ▶ El Valor Actual Neto (VAN)
- ▶ La Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)

► El Periodo de Retorno de la Inversión

Se ha considerado un interés bancario del 5%, constante a lo largo del tiempo, para comparar las ganancias que el dinero invertido generaría con dicho tipo de interés.

El valor obtenido para el VAN es de 196 €; su valor positivo refleja la viabilidad de la inversión.

Por otro lado, la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) es del 5,16%. Como se ha supuesto un interés del 5%, indica que la inversión produce un interés algo mayor al que se obtendría en cualquier entidad financiera, y por tanto, la inversión es rentable.

El plazo en que se recuperaría la inversión necesaria para la sustitución de parte de la cubierta existente por lucernarios translúcidos es de 14,64 años.

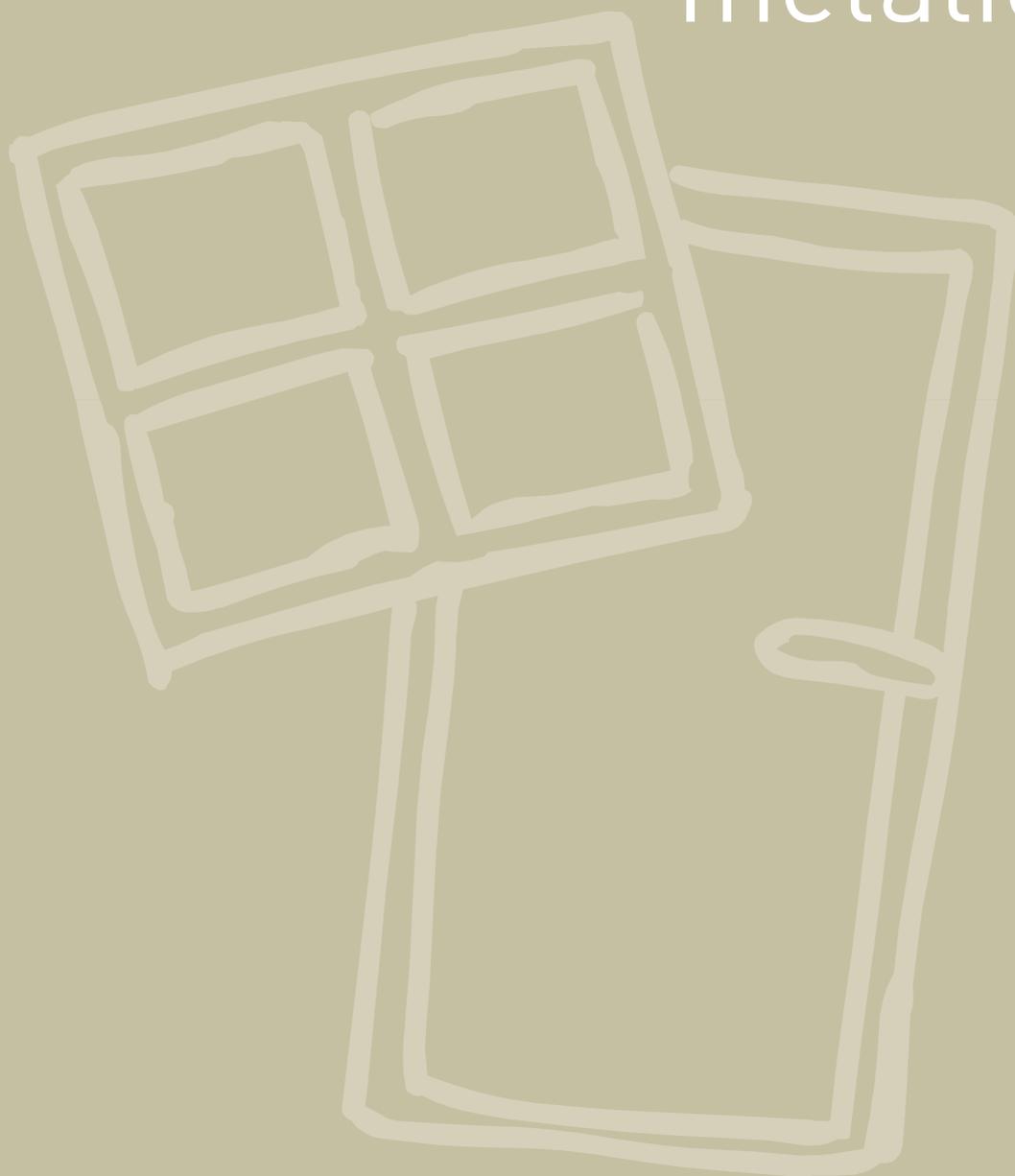
Aunque el periodo de retorno de la inversión es un poco elevado, habría que tener en cuenta otros condicionantes:

- La instalación de lucernarios va a suponer un notable beneficio ambiental, ya que se consigue una reducción del 75% en el consumo de energía eléctrica sin necesidad de realizar ningún tipo de mantenimiento extra de los mismos.
- Por otra parte, dada la tendencia actual de penalizar el consumo excesivo de energía eléctrica, variando el precio que se paga por kWh en función de distintos tramos de consumo, al disminuir el consumo de energía eléctrica de la instalación disminuirían también los costes de la misma y por tanto el periodo de retorno de la inversión.

4 <

Referentes para la calidad ambiental y
la ecoeficiencia del Sector de
la Industria en Murcia

Talleres de carpintería metálica



4. Talleres de carpintería metálica

>> 4.1. Introducción al sector

La fabricación de carpintería metálica es una actividad incluida en la Clasificación Nacional de Actividades Económicas en el grupo 28.120, dentro del sector de la Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo.

El sector de la carpintería metálica abarca la fabricación e instalación de puertas, puertas de garajes, ventanas metálicas y sus marcos, fachadas (acristalamientos, perfiles acabados, etc.) y accesorios para la carpintería metálica (estanterías, mesas, buzones, automatismos, techos, etc.).

El denominador común de todos estos elementos es la materia prima empleada, el hierro, acero inoxidable, bronce, aluminio, etc. y finalmente, el PVC (policloruro de vinilo) como material plástico más representativo. El plástico se va implantando como materia prima de forma progresiva, ya que permite un abaratamiento de los costes en la producción, a la vez que permite un ahorro de energía.

El objetivo es fabricar estructuras resistentes, pero también es importante utilizar materiales que posibiliten la consecución tanto de un adecuado aislamiento térmico y acústico como de ahorro de energía.

La carpintería metálica incluye la elaboración de planos, la fabricación (corte, ensamblaje, temple, moldeo, etc.) y el montaje. Para la fase de montaje se suele acudir a otros gremios (como albañiles, cristaleros, etc.), a no ser que dispongan en su plantilla personal especializado en estas funciones.

En el año 2002 existían en el conjunto nacional 20.425 empresas y 695 locales dedicados a la fabricación de elementos metálicos para la construcción, que incluye:

- ▶ Fabricación de estructuras metálicas y sus partes.
- ▶ Fabricación de carpintería metálica.

	Empresas		Locales	
	Número	%	Número	%
Sin asalariados	5.214	25,53	205	29,5
De 1 a 5 asalariados	10.485	51,33	338	48,63
De 6 a 9 asalariados	2.010	9,84	71	10,21
De 10 a 19 asalariados	1.626	7,96	43	6,19
De 20 a 49 asalariados	877	4,3	34	4,9
De 50 a 99 asalariados	150	0,73	4	0,57
Más de 100 asalariados	63	0,31	-	-
Total	20.425	100	695	100

Fuente: DIRCE. INE. 2002

>> 4.2. El sector en Murcia

Como muestra la siguiente tabla la fabricación de productos metálicos (excepto maquinaria y equipo) en la Región de Murcia representa algo más del 8 % del valor de las ventas de los productos industriales fabricados en Murcia.

Encuesta Industrial de Productos en la Región de Murcia		
	2001	2002
Total industria	6.737.016	7.317.260
Fabricación de productos metálicos excepto maquinaria y equipo	554.333 (8,23%)	582.273 (7,96%)

Fuente: Encuesta Industrial Anual de Productos. INE. Datos en miles de euros

En este sector destaca la presencia de pequeñas empresas, o incluso personas que trabajan en su taller. El hecho de tener un tamaño tan reducido supone un problema, ya que esas características se traducen en una utilización escasa de herramientas informáticas, un escaso interés por lograr certificaciones de calidad o medio ambiente o falta de planificación en los trabajos.

La carpintería metálica es un sector que está muy relacionado con el sector de la construcción. Por este motivo, la evolución del sector de la construcción afecta directamente a las empresas del sector de la carpintería metálica.

Otro sector que mantiene relación con la carpintería metálica es la herrería, con la que coincide en la fabricación y reparación de determinados objetos de hierro tales como puertas, escaleras, estructuras metálicas, etc.

La demanda de productos de este sector se relaciona con dos factores:

- ▶ Primera adquisición.
- ▶ Reposición, que dependerá en muchos casos de la situación económica familiar.

>> 4.3. Aspectos medioambientales del sector

Los principales aspectos medioambientales de las actividades de carpintería metálica están relacionados con el consumo de materias primas y auxiliares y la generación de residuos peligrosos.

Los residuos peligrosos más frecuentes en este sector son los aceites usados y taladrinas agotados disolventes agotados, lodos agotados, así como los residuos de envases de una importante variedad de materias primas y auxiliares con características de peligrosidad.

Aunque el volumen generado de residuos en cada empresa no es muy elevado, por su pequeño tamaño, los factores que ocasionan la mayor incidencia medio ambiental son la ausencia de una gestión adecuada de este tipo de residuos, y un bajo control de generación y gestión de los mismos.

>> 4.4. Experiencias de éxito relevantes para el sector

Las medidas ecoeficientes recogidas en las experiencias de éxito están enfocadas principalmente a reducir el consumo de materias primas y auxiliares y a reducir la generación de residuos peligrosos.

4.4.1. Mejora de las aguas residuales: Mecalux S.A.

El grupo Mecalux S.A. inició su actividad hace más de 35 años, y cuenta actualmente con las siguientes áreas de negocio:

- ▶ Sistemas de almacenaje.
- ▶ Robótica: se trata de ofrecer a pequeñas, medianas y grandes empresas, sistemas de almacenaje automatizados.
- ▶ Logismarket: consiste en un portal vertical de Internet, en el que están presentes más de 2.000 empresas, 5.000 usuarios y 6.000 productos de los sectores del almacenaje, el transporte, la manutención y la logística.
- ▶ Mecalux News: una publicación que atiende la demanda de información de todas aquellas actividades relacionadas con el mundo de la logística.

Su actividad consiste en el diseño, fabricación, comercialización y prestación de servicios relacionados con las estanterías metálicas, almacenes automáticos y otras soluciones de almacenaje.

La empresa posee una de las tecnologías más avanzadas de la industria y una extensa red de distribución desarrollada sobre todo en España, Francia, Portugal, Italia, Alemania, Argentina, México, EEUU, Polonia, Austria y Reino Unido.

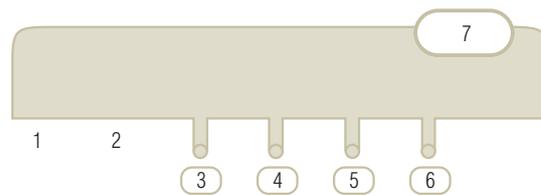
Mecalux, S.A. tiene un Sistema de Gestión Medioambiental certificado según los requisitos de la norma ISO 14001.

Etapa de pintado

En el proceso de fabricación de estanterías metálicas, existe una etapa de aplicación de pintura para proporcionar una protección adecuada del material frente a la corrosión. De forma previa al pintado, se realiza un pretratamiento que consiste en una etapa conjunta de desengrase alcalino y fosfatado amorfo, en frío y con los posteriores aclarados. En el fosfatado amorfo las partículas quedan distribuidas en capas, dejando espacios intersticiales entre ellas, de manera que durante el lavado se arrastra una gran cantidad de fosfatos, generando un efluente con una gran carga contaminante.

De forma semanal se realiza una renovación de la cuba de desengrase-fosfatado y de la cuba del aclarado posterior. El efluente generado, con una concentración significativa de aceites, fosfatos y DQO es enviado a la depuradora. Así, en el tratamiento de las aguas residuales se produce una generación de residuos peligrosos.

Diagrama del proceso antes de la mejora



- (1) Descarga
- (2) Carga
- (3) Desengrase + fosfatado
- (4) Lavado por aspersion con agua industrial + lavado con agua desmineralizada
- (5) Pintura por cataforesis
- (6) Lavado con ultrafiltro por aspersion
- (7) Horno de polimerización

Diseño de la mejora

Se ha modificado el pretratamiento de las piezas, sustituyendo la fase conjunta de desengrase y fosfatado amorfo, ambos en frío, por:

- ▶ Baño independiente de desengrase químico alcalino en caliente, con una separación por ultrafiltrado de los aceites en continuo.
- ▶ Baño independiente de fosfatado microcristalino (en lugar del amorfo) en caliente. Los lodos que se generan durante este fosfatado se retiran de forma periódica mediante un filtro prensa y se entregan a un gestor autorizado. El fosfatado microcristalino deja menos espacios intersticiales que el amorfo, de forma que durante el aclarado se arrastra una cantidad inferior de fosfatos.

El baño de desengrase alcalino no contiene aceites ni fosfatos y se renueva de forma mensual.

El baño de fosfatado se limpia cada seis meses, pero no genera ningún vertido, ya que el contenido de la cuba de fosfatado se vierte en la primera cuba de aclarado y, una vez que se ha realizado la limpieza, es devuelto a la cuba de fosfatado. Este baño se ajusta con fosfato para mantener la concentración.

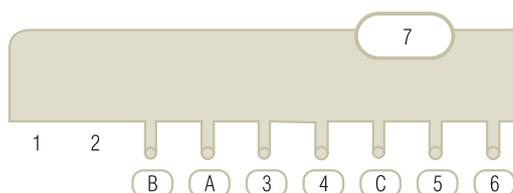
La inversión realizada para esta actuación fue de 1.190.003,97 €. La empresa se acogió al Orden de subvenciones de la Junta de Residuos, al ser una actuación por la que se reduce la generación de residuos industriales.

Con este nuevo proceso realizado por Mecalux, se ha conseguido:

- ▶ Alargar la vida útil de los baños de desengrase y fosfatado.
- ▶ Disminuir el consumo de materias primas (fosfatos) y de agua.
- ▶ Facilitar la separación de corrientes residuales (como ocurre con los aceites) y su correcto tratamiento.
- ▶ Una mejora en la calidad de los efluentes vertidos, al disminuir la concentración de fosfatos.

Además, con esta actuación se mejora la resistencia a la corrosión del recubrimiento de las piezas, adoptando el criterio de mejora continua de la calidad del producto.

Diagrama del nuevo proceso



- (1) Descarga
- (2) Carga
- (B) Desengrase por productos químicos, con separador de aceites
- (A) Lavado por inmersión
- (3) Fosfatado por aspersión con sistema microcristalino en caliente
- (4) Lavado por inmersión en agua osmotizada
- (C) Lavado por inmersión con agua desmineralizada en recirculación
- (5) Pintura cataforésica
- (6) Lavado con ultrafiltro por aspersión
- (7) Horno de polimerización

Indicadores de ecoeficiencia

Los indicadores de ecoeficiencia de la mejora realizada en el proceso de fabricación de estanterías metálicas se recogen en la siguiente tabla.

Indicador	Valor inicial	Valor final	
Consumo de fosfatos	70.799 kg/año	24.375 kg/año	Disminución 65,6%
Generación de aguas residuales (de desengrase y fosfato)	1.560 m ³ /año	360 m ³ /año	Disminución 77%
Vertido de fosfato	1.107 kg/año	237 kg/año	Disminución 78,6%
Vertido de aceites	30.000 l/año	7.200 l/año	Disminución 76%
DQO	2.370 kg O ₂ /año	486 kg O ₂ /año	Disminución 79,5%

Como se observa, el nuevo proceso permite:

- ▶ Menor consumo de materias primas (fosfatos).
- ▶ Disminución en la generación de residuos procedentes del tratamiento de las aguas residuales.
- ▶ Reducción de la carga contaminante (aceites, fosfatos y DQO) de los vertidos.

Beneficios económicos

Se ha conseguido un ahorro anual de casi 71.000 €:

- ▶ El ahorro en el consumo de fosfatos supone 63.046,17 € al año.
- ▶ El menor consumo de agua permite un ahorro de 663,52 € anuales.
- ▶ En el tratamiento de las aguas residuales generadas (incluyendo coste de depuración y canon de saneamiento) se gastan 1.009,7 € menos cada año.
- ▶ El coste de la gestión de los residuos de fosfatos ha disminuido en 6.027,81 € anuales.

Para más información sobre esta experiencia de éxito consultar www.cema-sa.org y <http://es.mecalux.com>

4.4.2. Minimización de residuos peligrosos: Extrudal S.A.

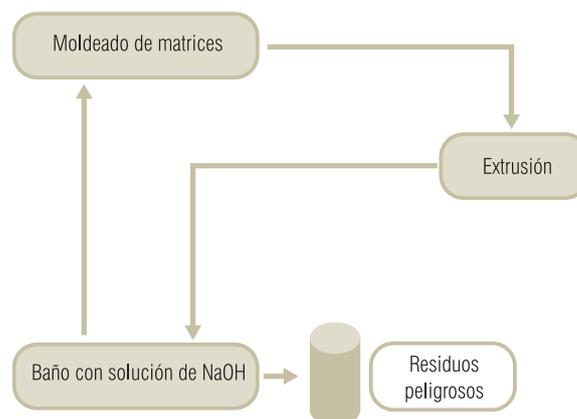
La empresa Extrudal (Extrusión de Aluminio S.A.) se dedica a la actividad de transformación de metales no ferrosos para la fabricación de perfiles.

En el proceso de extrusión, para moldear el aluminio se utiliza una hilera o matriz. Después de utilizar esta hilera, es necesario limpiarla de los restos de aluminio antes de proceder al control de su estado y de adecuarla, mediante granallado, pulido, etc. para su uso posterior.

Esta limpieza se realiza sumergiendo la hilera en un baño que contiene una solución de hidróxido sódico al 30%, lo que genera una solución alcalina con aluminio disuelto.

Así, por ejemplo, en el año 1994 se produjeron 2.900 t de perfiles y se generaron 104 t de residuos peligrosos a consecuencia de la limpieza en el baño de sosa cáustica.

Diagrama del proceso antes de la mejora



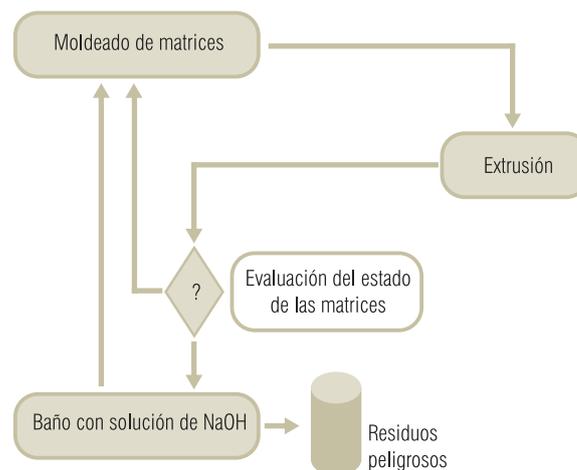
El tratamiento de los residuos generados y el consumo de productos químicos derivados del proceso de lavado de las hileras le suponía a la empresa un elevado coste. Por eso se plantearon llevar a cabo esta actuación.

Otro factor decisivo fue el compromiso por parte de la dirección de la empresa de establecer una política basada en la minimización de los residuos y en la cooperación del personal para conseguir sus objetivos medioambientales y de calidad.

En la fase de control del estado de las hileras después del proceso de extrusión, se introdujo una nueva etapa consistente en el seguimiento por parte de una persona con la formación necesaria de las pautas de control de la vida de las matrices, atendiendo a distintos criterios, como la calidad superficial, la existencia de partes rotas, etc.

Así, con esta nueva etapa de control se redujo en un 40% la cantidad de hileras que debían limpiarse.

Diagrama del proceso nuevo



Con la introducción de buenas prácticas se ha conseguido minimizar los residuos, consiguiendo así importantes ahorros y mejoras organizativas.

Como esta mejora afecta a la limpieza de las hileras que básicamente se realiza de forma manual, también se ha conseguido aumentar en un 40% la disponibilidad de tiempo de una persona que ahora puede dedicarse más a otras actividades de la empresa.

Y al ser la limpieza de las hileras un proceso manual, este nuevo procedimiento también supuso la liberación en un 40% del tiempo dedicado por el personal a esta operación.

Además se ha conseguido reducir los costes de fabricación y mantener una dinámica de participación del personal en temas de medio ambiente y de calidad que la empresa está promoviendo desde hace unos años.

Indicadores de ecoeficiencia

Los indicadores de ecoeficiencia de las buenas prácticas implantadas se indican a continuación:

Indicador	Situación anterior	Situación actual	Mejora
Consumo de energía	9.000 kWh/año	5.400 kWh/año	Disminución 40%
Consumo de agua	62,4 m ³ /año	37,5 m ³ /año	Disminución 39,9%
Consumo de materias primas	31,2 t/año	18,7 t/año	Disminución 40,1%
Generación de residuos peligrosos	104 t/año	64 t/año	Disminución 38,5%

Con la implantación de esta nueva etapa de control del estado de las hileras se ha conseguido minimizar la generación de residuos casi en un 40%.

También se ha obtenido una disminución en el consumo de agua, energía y materias primas, a consecuencia de la reducción en la cantidad de hileras que debían lavarse.

Beneficios económicos

La nueva etapa introducida en el proceso de fabricación no requiere prácticamente ninguna inversión, y sin embargo se consigue un ahorro total anual de 13.282,37 €, según los siguientes conceptos:

- ▶ En el consumo de energía el ahorro es de 300,51 €.
- ▶ 1.803,04 € de ahorro en el consumo de agua.
- ▶ Se ahorran 2.404,05 € en la compra de materias primas.
- ▶ Reducción de 3.365,67 € por la mano de obra.
- ▶ La gestión de residuos supone un ahorro de 5.409,11 € al año.

Para más información sobre esta experiencia de éxito consultar www.cema-sa.org

4.4.3. Sustitución de disolventes orgánicos

Los procesos de limpieza de piezas metálicas se basan en la utilización de disolventes orgánicos, que son compuestos orgánicos volátiles, dañinos tanto para la salud humana como para el medio ambiente.

El uso de disolventes libera a la atmósfera compuestos orgánicos volátiles (COVs), algunos de los cuales causan la degradación de la capa de ozono.

De forma general también contribuyen a la formación de ozono ambiental o troposférico en presencia de la luz solar, causando efectos nocivos tanto para la salud humana (afecta a la capacidad respiratoria) como para el medio ambiente (interfiere en el crecimiento de la vegetación y cultivos y aumenta su sensibilidad a plagas, sequías y heladas).

Los disolventes orgánicos, así como sus envases vacíos, trapos o cualquier material que se haya utilizado para su aplicación, son considerados residuos peligrosos (Ley 10/98) y deben ser gestionados por un gestor autorizado.

El carácter volátil de los disolventes hace que éstos se evaporen rápidamente en el aire, alcanzando concentraciones importantes en espacios confinados, lo que supone un grave riesgo para la salud de los trabajadores.

Descripción de la mejora

Según la Agencia de Protección Medioambiental de EE.UU. la limpieza ultrasónica es aplicable a casi todo tipo de piezas.

Una de las posibles medidas para conseguir la eliminación de los disolventes orgánicos en la limpieza de piezas metálicas es su sustitución por un sistema de limpieza ultrasónica, que consiste en aplicar a una solución en la que se encuentran inmersas las piezas, ondas sonoras de alta frecuencia. Estas ondas producen en el líquido zonas de alta y baja presión, provocando cambios en el punto de ebullición que favorecen la formación de burbujas microscópicas de vacío (cavitación). Estas diferencias bruscas de presión y temperatura despegan la suciedad de la superficie de las piezas.

Se consideran factores importantes para optimizar la eficiencia de este sistema una elevada temperatura, la posición de las piezas en el líquido (para maximizar la superficie expuesta) y el diseño del contenedor de las piezas para minimizar la interposición a los ultrasonidos.

Además, la limpieza ultrasónica es un proceso más rápido que otros métodos convencionales, y pueden emplearse con frecuencia detergentes neutros o biodegradables.

Por otro lado al eliminar las emisiones de compuestos orgánicos volátiles en el lugar de trabajo, se consigue una disminución de los problemas de salud de los trabajadores.

Sin embargo, esta tecnología también presenta algunas limitaciones que hay que tener en cuenta:

- ▶ La pieza debe poder sumergirse.
- ▶ Son necesarios experimentos previos para optimizar la disolución y los niveles de cavitación en cada operación.
- ▶ Aceites densos y grasas pueden absorber la energía ultrasónica.
- ▶ El tamaño de las piezas suele quedar limitado por la energía requerida.
- ▶ Se requiere un tratamiento de aguas residuales con disoluciones acuosas.

Indicadores de ecoeficiencia

Los indicadores medioambientales de la mejora considerada son los siguientes:

- ▶ Eliminación del consumo de disolventes orgánicos.
- ▶ Reducción completa de la emisión de contaminantes atmosféricos, al no consumirse disolventes orgánicos.
- ▶ Disminución de la generación de residuos peligrosos.
- ▶ Aumento del consumo de energía.

Con la limpieza ultrasónica de las piezas metálicas, se minimiza el riesgo causado al medio ambiente por los disolventes orgánicos, ya que son precursores de otros contaminantes atmosféricos como la generación de ozono ambiental, además de presentar un potencial de destrucción de la capa de ozono o de contribución al efecto invernadero, como se ha comentado anteriormente.

Beneficios económicos

El sistema de limpieza ultrasónica es efectivo en relación al coste económico que presentan.

El coste aproximado para una cámara de limpieza ultrasónica con unas dimensiones de 63,5 cm x 45,7 cm x 38,1 cm es de unos 8.500 €.

Para más información sobre esta experiencia de éxito consultar www.islas.net/ma/daphnia

>> 4.5. Proyecto de implantación de una mejora de ecoeficiencia en Murcia: Talleres Andrés Martínez S.A.



La mercantil TAMAR, Talleres Andrés Martínez, S.A. fue fundada en Cartagena en 1978 y cuenta con un capital social de 60.000 €.

La actividad de la empresa abarca la reparación y mantenimiento naval e industrial, calderería y mecánica, desarrollándose su trabajo en cuatro grandes áreas bien diferenciadas pero en muchos casos complementarias:

- ▶ Mantenimiento naval
- ▶ Mantenimiento industrial
- ▶ Obras hidráulicas
- ▶ Obras públicas

Consciente de la evolución del mercado hacia mayores exigencias de calidad, la Dirección de TAMAR efectuó una apuesta clara con el fin de implantar un sistema de aseguramiento de la calidad certificado según la norma internacional UNE-EN-ISO 9000 y su equivalente en el ámbito de la Defensa PECAL/AQAP 120.

Descripción del centro

TAMAR se encuentra emplazada en una parcela de 12.000 m² que alberga una nave de más de 3.500 m² dividida en 3 zonas: área de mecánica, área de calderería y oficinas.

Cuenta además, con un patio para los trabajos de chorreo y pintura, una zona para la recepción y acopio de materiales, zonas verdes y aparcamientos.

La empresa mantiene una media de 100 empleados al año.

La actividad de TAMAR se dedica principalmente a la fabricación de aparatos a presión así como a la construcción y reparación de estructuras mecánicas para el mantenimiento de plantas petroquímicas y del sector naval a nivel nacional.

Proceso de referencia

Dentro de las diversas actividades que realiza la empresa TAMAR se encuentra el taller de corte de piezas metálicas que pudieran ser requeridas tanto por la industria naval como la industrial.

En el taller se reciben las vigas y planchas metálicas que posteriormente serán tratadas para su corte u obtención de piezas previamente diseñadas según su uso.

Para la obtención de dichas piezas la empresa emplea un sistema de corte por arco de plasma y dos cortadoras mecánicas de sierra.

La producción proveniente del sistema de corte por arco de plasma y oxicorte es 31.914,89 metros lineales/año; y la producción del sistema de corte por sierra es de 21.000 metros lineales/año.

El sistema de corte por plasma corta el metal mediante la aplicación de un arco eléctrico y un gas ionizado a alta temperatura, concentrado sobre un área muy pequeña, por lo cual puede operar a altas velocidades de corte.

El gas utilizado por la cortadora es una mezcla de oxígeno y nitrógeno, los cuales son calentados por el arco eléctrico hasta conseguir el estado de plasma.

Debido a las altas temperaturas que alcanza el plasma en el área de corte, se produce una modificación de las propiedades del material que se está cortando. Este hecho provoca que se tengan que realizar una serie de operaciones posteriores para eliminar la zona afectada.

Debido a que el plasma no realiza un corte limpio, se generan una serie de materiales particulados que deben ser extraídos mediante filtros, que se clasifican como residuos de soldadura.

La cortadora mecánica utiliza el sistema convencional de corte por sierra para obtener las dimensiones deseadas de las vigas.

Este tipo de corte requiere la utilización de taladrinas como sustancia refrigerante y lubricante para obtener mejores condiciones de corte y mejores acabados. Durante este proceso la empresa lleva a cabo un método de recuperación de taladrinas, de tal forma que los residuos generados por las mismas son los mínimos.

Para elaborar el proyecto se han tomado como referencia aquellos indicadores que mayor cantidad de información proporcionan a la hora de valorar las medidas a considerar. La tabla que se expone a continuación los resume como:

Indicador	Unidad	Valor inicial
Rendimiento de corte por plasma	min/m lineal de corte efectivo	6,58 (*) ¹
Generación de residuos de soldadura	t/año	2,64
Generación de ruido	dB(A)	120
Emisión de humos	m ³ /año	n.c.
Consumo de oxígeno	m ³ /año	4.040,91
Consumo de oxígeno	m ³ /m lineal de corte efectivo	0,13
Consumo de nitrógeno	m ³ /año	1.781,81
Consumo de nitrógeno	m ³ /m lineal de corte efectivo	0,05
Consumo de energía eléctrica del equipo de corte por plasma	kWh	93
Rendimiento de corte por sierra	min/m lineal de corte efectivo	10 (*) ²
Consumo de energía eléctrica de los equipos de corte por sierra	kWh	2,65
Consumo de taladrinas	litros/año	950
Consumo de taladrinas	litros/m lineal de corte efectivo	0,045
Generación de residuos de taladrinas	litros/año	0 (*) ³
Rendimiento ponderado de ambos sistemas de corte	min/m lineal de corte efectivo	7,93

n.c. = No cuantificados

(*)1. El dato de rendimiento se ha obtenido a partir de los datos de productividad del equipo de corte por plasma, modificándolo teniendo en cuenta el tiempo empleado en las operaciones posteriores.

El rendimiento que los operarios de la cortadora han estimado a lo largo del año 2002 es de 1,58 minutos por metro lineal de corte. Este rendimiento debe ser ajustado a la realidad teniendo en cuenta que este tipo de máquinas necesitan de un segundo corte para limpiar las zonas afectadas por las elevadas temperaturas generadas, si se quiere aprovechar las zonas limítrofes con el corte y el tiempo que las operaciones posteriores requieren para que las piezas tengan un acabado perfecto (limado de la zona de corte, moldeado, rebarbado, etc.) que se estiman en 5 minutos por metro de corte. Con estos datos el rendimiento efectivo de la máquina de corte por plasma queda estimado en 6,58 min/m lineal de corte efectivo.

(*)2. Lo mismo ocurre en el corte por sierra. El rendimiento estimado por los operarios de la máquina es de 5 minutos por metro lineal de corte. Si a este tiempo le sumamos el destinado a las operaciones posteriores de acabado de pieza, se llega a la conclusión que el rendimiento efectivo del corte por sierra es de 10 minutos por metro lineal.

(*)3. La taladrina se gestiona de tal forma que es recogida después de su uso para introducirla en el ciclo de proceso, de tal forma que se reutiliza hasta su desgaste final.

Diseño de la mejora

La mejora seleccionada consiste en la sustitución de la cortadora por arco de plasma utilizada actualmente por un sistema de corte por chorro de agua.

El sistema de corte por agua empleado en la tecnología water jet consiste en aunar agua a presión y un abrasivo en forma de minúsculas partículas de arena. La mezcla de estos dos componentes está sometida a una presión de 3.800 bares (como referencia citar que la presión atmosférica es de tan solo 1,013 bar). El diámetro de salida del haz de agua oscila entre 1 y 1,2 mm, y su velocidad es de 2 mach (dos veces la velocidad del sonido).

Estos dos factores hacen que el chorro por agua produzca un corte sin tensiones de material ni afecciones de calor. De esta manera permite realizar perfiles de corte menores al grosor del material sin deformaciones, obteniendo unos resultados de corte precisos.

A los beneficios medioambientales que supone el corte por chorro de agua hay que sumarle las mejoras que se producen en el proceso, como son:



- ▶ Mayor calidad de corte: El chorro de agua realiza un corte más limpio que el corte por arco de plasma ya que no modifica las propiedades del material por altas temperaturas.
- ▶ Reducción de operaciones posteriores: Debido a que el corte se realiza en frío se evitan las operaciones de eliminado de las zonas limítrofes al corte se ha sufrido alteraciones en sus propiedades.
- ▶ Mayor eficiencia de la plancha: Cuando se realiza un corte secuencial de piezas en una misma plancha, el corte por plasma obliga a realizar un doble corte de separación entre piezas, debido a que esa zona ha sufrido modificaciones por las altas temperaturas alcanzadas y no es útil. Esto genera una cantidad de recortes inservibles que se traducen en residuos. Con el chorro de agua ese segundo corte se suprime con lo que la plancha se puede optimizar al máximo.
- ▶ Mejores condiciones para trabajos posteriores: En ocasiones las piezas metálicas deben pasar por una operación posterior de pintado. Este trabajo puede verse afectado por el hecho de que la pintura no agarre bien en las zonas que rodean al corte por que hayan sido modificadas sus propiedades físicas por el calor. Esto se evita con el nuevo sistema de corte por agua.
- ▶ Mayor precisión en piezas y dibujos: El diámetro de salida del chorro de agua es entre 1 y 2 veces menor que el diámetro de salida del plasma. Con ese diámetro se consiguen mejores precisiones en los acabados de las piezas en dos dimensiones tanto como en los detalles de los dibujos.

Por la diversidad de pedidos que tiene la empresa TAMAR, presentan las siguientes características de trabajo:

- ▶ Material: Acero carbono estándar (S275 JR)
- ▶ Espesor de plancha: 10-50 mm
- ▶ Dimensiones de plancha: 12000x2500 mm
- ▶ Dimensiones de las piezas: 50x100 mm a 12000x2000 mm
- ▶ Series: Cortas o largas según necesidades

Con estas características la máquina de corte por agua que más se adapta a las necesidades requeridas es FLOW WMC de 3x12 metros con un solo cabezal de corte y una bomba de 50 cv.

La sustitución de la máquina de corte por plasma y corte de sierra por la de corte por chorro de agua, supone modificaciones en los indicadores que reflejan los aspectos medioambientales a

Indicador	Unidad	Valor inicial	Valor final
Generación de residuos de soldadura	t/año	2,64	0
Generación de ruido	dB(A)	120	75
Emisión de humos	m ³ /año	n.c.	Casi 0
Consumo de oxígeno	m ³ /año	4.040,91	0
Consumo de oxígeno	m ³ /m lineal de corte efectivo	0,13	0
Consumo de nitrógeno	m ³ /año	1.781,81	0
Consumo de nitrógeno	m ³ /m lineal de corte efectivo	0,05	0
Consumo de agua	m ³ /año	0	630
Consumo de agua	m ³ /m lineal de corte efectivo	0	0,01
Consumo de abrasivo	kg/año	0	70.000
Consumo de abrasivo	kg/m lineal de corte efectivo	0	1,32
Consumo de taladrinas	litros/año	950	0
Consumo de taladrinas	litros/m lineal de corte efectivo	0,045	0
Consumo de energía eléctrica	kWh	95,65	42
Rendimiento de corte	min/m lineal de corte efectivo	7,93	4,76

Estos datos se han estimado a partir de la información proporcionada por la empresa Flow Iberica, distribuidora de la máquina, y están basados en consumos medios.

En cuanto a los rendimientos de los distintos equipos, el de corte por plasma presentaba un rendimiento de 6,58 min/ m lineal de corte efectivo y el de corte por sierra de 10 min/m lineal.

La máquina de corte por chorro de agua presenta una velocidad de corte para Acero carbono con un presión de chorro de 4.150 bar de 4,76 min/ m lineal de corte efectivo. Con esta velocidad de corte se obtiene una calidad de corte superior al corte por plasma.

Puede apreciarse una reducción en el consumo de energía eléctrica del 56%. Esto permite una doble mejora, por un lado el ahorro económico que le supone a la empresa dicho consumo, y por otro la mejora ambiental que supone la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que conlleva el consumo de energía proveniente de centrales convencionales.

Además, se elimina completamente la generación de humos procedentes del calentamiento del plasma, con lo que se favorecen las condiciones de salud e higiene en el trabajo.

Se eliminan los residuos de taladrina, de envases que la han contenido, y virutas impregnadas con taladrina, que hay que gestionar como un residuo peligroso. También se eliminan los residuos de virutas de metal procedentes del corte por calor, al realizarse un corte más limpio con el chorro de agua.

Otra de las mejoras observadas es la eliminación del consumo de productos peligrosos como la taladrina, que implica una doble ventaja: la eliminación del riesgo medioambiental que supone la utilización de este tipo de producto así como el riesgo en la salud de los trabajadores que lo manipulan.

El ruido provocado por la máquina en funcionamiento disminuye en un 37% que repercute directamente en las condiciones de trabajo y salud de los operarios.

Ademas, al aumentar el rendimiento para la obtención de piezas en un 40% con lo que disminuye el número de horas que se tienen que dedicar a realizar esta actividad.

La inversión inicial necesaria para realizar la mejora propuesta asciende a 480.000,00 € (IVA incluido), lo que incluye la cortadora de chorro por agua, su instalación y acondicionamiento.

Justificación económica

Para realizar la justificación económica se comparan los gastos e ingresos que se tendrían para cubrir la misma producción. Como dato de referencia se toma la producción anual que TAMAR ha tenido a lo largo del año 2002 y que se ha estimado como 31.914,89 m lineales de corte efectivo obtenidos a partir del equipo de corte por arco de plasma y oxicorte, y de 21.000 metros para el sistema de corte de sierra.

El equipo de corte por chorro de agua tiene unos gastos anuales de funcionamiento de 33.955,59 €, que se corresponden con:

- ▶ Consumo de agua: 699,30 €/año
- ▶ Consumo de abrasivo: 21.000 €/año
- ▶ Consumo de energía eléctrica: 5.956,29 €/año
- ▶ Gastos de mantenimiento: 6.300 €/año (1,80 €/h, por 10 horas al día y 350 días laborables al año)

El ahorro anual conseguido por la mejora propuesta se desglosa a continuación como:

- ▶ Consumo de oxígeno: 10.212,76 €/año
- ▶ Consumo de nitrógeno: 11.489,36 €/año
- ▶ Consumo de taladrina: 4.242,29 €/año
- ▶ Consumo de energía eléctrica tanto del equipo de corte por plasma como de corte por sierra: 13.564,74 €/año
- ▶ Coste de mantenimiento del equipo de plasma: 4.619 €/año
- ▶ Coste de mantenimiento de los equipos de sierra: 962 €/año
- ▶ Coste de operaciones posteriores: 166.554,99 €/año. Como ya se ha comentado, el rendimiento de las operaciones posteriores que hay que realizar para dejar la pieza con la calidad requerida ronda los 5 minutos por metro de corte dado. Si diariamente se ha estimado el rendimiento del equipo de corte por plasma en 380 metros de corte, esto supone que al día se destinan 31,67 horas de trabajo a esta actividad.

Igualmente ocurre con las máquinas de corte por sierra. Se estimó que el rendimiento conjunto es de 120 metros de corte al día, lo que conlleva a necesitar de 10 horas al día para realizar esta operación.

El coste horario que representa a la empresa un operario que realiza estas operaciones se fija en 11,42 €.

Por tanto, la mejora propuesta supone un ahorro total anual considerando los ingresos y gastos generados de 211.645,14 €/año.

Para calcular la rentabilidad de la inversión se han aplicado los siguientes criterios:

- ▶ Valor Actual Neto (VAN).
- ▶ Tasa Interna de Rentabilidad (TIR).

Al final de su vida útil se considera que el valor residual del equipo de corte por chorro de agua es del 5% de su coste inicial.

Se ha tenido en cuenta que la inflación de cobros y pagos es igual a la inflación general del mercado, con lo que se independiza del análisis de la inflación. También se ha considerado un interés bancario del 5%, constante a lo largo del tiempo.

El valor obtenido para el VAN ha sido de 863,62 €; su valor positivo indica la viabilidad de la inversión.

Por otro lado, resulta un TIR del 35,3%. Como se ha supuesto un interés del 5%, indica que la inversión produce un interés mucho mayor al que se obtendría en cualquier entidad financiera, y por tanto, resulta rentable.

El tiempo en que se recuperaría la inversión realizada sería de 2,7 años.

5 <

Referentes para la calidad ambiental y
la ecoeficiencia del Sector de
la Industria en Murcia

Curtido de pieles



5. Curtido de pieles

>> 5.1. Introducción al sector

En el ámbito nacional, la industria del curtido representa el 3% de la producción mundial, con un mayor peso específico en el subsector de la piel pequeña, donde supone alrededor del 6%. Su reconocido prestigio internacional se debe a la calidad de sus pieles y al importante desarrollo tecnológico y know how de su industria. España es el segundo país europeo en materia de curtición y acabado de cuero, después de Italia. La Unión Europea es la mayor productora mundial.

El sector del curtido en España se caracteriza por su fuerte concentración geográfica en algunos territorios. En torno al 60% de las tenerías se localizan en Cataluña y aproximadamente un 35% en Valencia, Madrid y Murcia. Los grandes polos de actividad están en Igualada y Vic (Barcelona), Lorca (Murcia), y Villarramiel (Palencia).

El sector del curtido en España. Nº de empresas y establecimientos industriales

	Empresas		Locales	
	Número	%	Número	%
Sin asalariados	102	24,76	101	26,65
De 1 a 5 asalariados	120	29,13	113	29,82
De 6 a 9 asalariados	39	9,47	34	8,97
De 10 a 19 asalariados	58	14,08	54	14,25
De 20 a 49 asalariados	60	14,56	53	13,98
De 50 a 99 asalariados	20	4,85	15	3,96
De 100 a 199 asalariados	10	2,43	8	2,11
De 200 a 499 asalariados	3	0,73	1	0,26
De 500 o más asalariados	0	0	0	0
Total	412	100	379	100

Fuente: DIRCE. 2002. INE.

El importe global de la cifra de negocios del sector ascendió en el año 2002 a 1.019 millones de euros y el número de empleados se situaba en el mismo periodo en torno a 7.200¹.

>> 5.2. El sector en Murcia

Murcia es la tercera Comunidad Autónoma por la importancia de la industria del curtido (primera en la curtición de pieles de vacuno), detrás de Cataluña y Valencia. Así pues, buena parte de la producción española de curtidos se sitúa en el Mediterráneo.

Aunque la actividad de preparación, curtido y acabado del cuero incluye también las industrias de marroquinería, la industria más importante es la de curtición, tanto en tamaño como en volumen de negocio, con una tradición centenaria y con un alto grado de especialización, al representar el 9% de las empresas existentes a nivel nacional. La dimensión es superior a la media, ya que el 22,22% de las mismas tienen más de 50 trabajadores frente al 8,01% a nivel nacional.

En la Región de Murcia existen unas 34 empresas dedicadas al curtido de pieles, en su totalidad ubicadas en Lorca, fundamentalmente en el polígono La Serrata, donde su implantación es consustancial con el desarrollo industrial de la comarca. Su producción se destina básicamente a los fabricantes de calzado y productos de cuero, de gran tradición en determinadas regiones españolas, aunque en los últimos años se está produciendo un proceso de apertura al exterior que llega a alcanzar el 16% de su producción.

¹ Encuesta Industrial de Empresas. Año 2002. INE

El sector del curtido en Murcia. Nº de empresas y establecimientos industriales

	Empresas		Locales	
	Número	%	Número	%
Sin asalariados	2	5,56	2	6,25
De 1 a 5 asalariados	4	11,11	4	12,5
De 6 a 9 asalariados	1	2,78	1	3,13
De 10 a 19 asalariados	8	22,22	8	25
De 20 a 49 asalariados	13	36,11	11	34,38
De 50 a 99 asalariados	8	22,22	6	18,75
De 100 a 199 asalariados	0	0	0	0
De 200 a 499 asalariados	0	0	0	0
De 500 o más asalariados	0	0	0	0
Total	36	100	32	100

Fuente: DIRCE. 2002. INE.

Estas empresas facturan unos 220 millones de euros y dan empleo directo a unas 1200 personas e indirecto en torno a unas 2000.

Más del 80% de los consumos son materias primas, pieles cuya oferta es muy inelástica respecto a la demanda. Y casi toda la materia prima se compra fuera de la región, incluso fuera de España. La piel tratada de forma predominante en las tenerías es la de bovino y no existe una fuerte ganadería bovina en la región para suministrar a toda la industria curtidora.

Se trata de una actividad con una capacidad exportadora de 25,6 millones de € en 1999, lo que representa el 16% de su producción. Los principales clientes son Portugal y Francia.

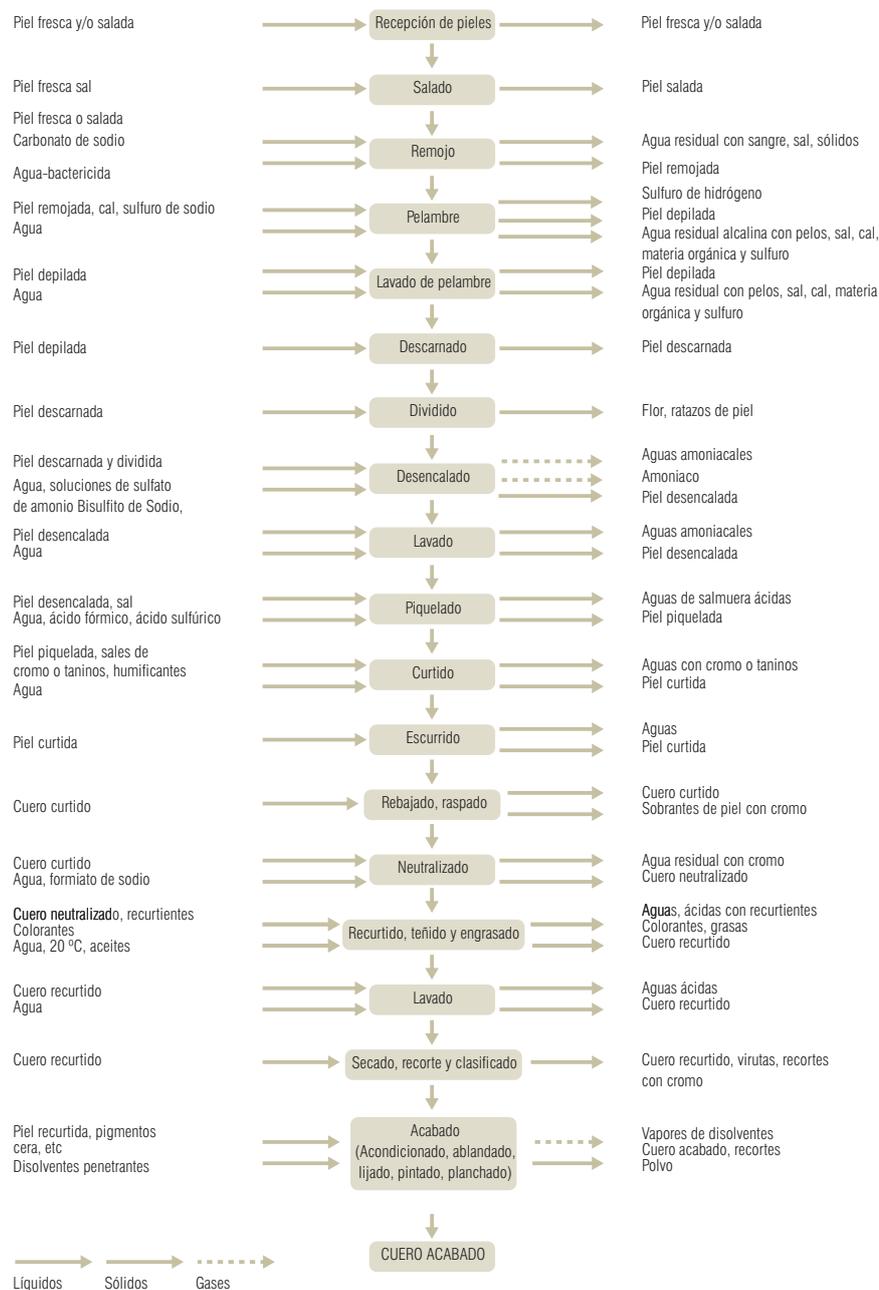
>> 5.3. Descripción del proceso

Dado que no hay un único proceso para producir curtido, las técnicas disponibles varían considerablemente en función de la materia prima original (cuero, piel...) y del producto final que se desee obtener. La curtición se efectúa normalmente en una serie de etapas con duraciones diversas que pueden oscilar entre minutos u horas y varios meses para algunas técnicas de curtición vegetal.

El proceso de curtición se divide normalmente en las siguientes fases:

- ▶ Operaciones de ribera (fase de preparación o precurtido)
- ▶ Curtición (fase de curtición)
- ▶ Actividades de recurtido y de acabado

El proceso más aplicado en el tratamiento de piel o cuero en tripa puede resumirse en virtud de las siguientes fases necesarias para la producción de curtido, donde se indican también los flujos.



>> 5.4. Aspectos medioambientales del sector

El principal impacto de la industria del curtido deriva del importante consumo de agua y de las aguas residuales que genera.

En las distintas etapas del precurtido es donde se producen los mayores caudales y la mayor contaminación. Estas aguas residuales presentan una alta concentración de sulfuros. En la curtición, los contaminantes más importantes son el cromo III y la salinidad, además de los taninos vegetales (utilizados principalmente en las pieles bovinas).

El sector del curtido en Murcia, localizado en Lorca, consume anualmente alrededor de 1 hectómetro cúbico, en su mayor parte procedente tanto del abastecimiento municipal como de la dotación histórica de los recursos regulados del Guadalentín

Las principales corrientes de aguas residuales generadas en el proceso de curtición son:

- ▶ Corrientes residuales de pelambre: caracterizadas por su alto contenido en sólidos en suspensión, materia orgánica ($DBO_5 > 6.000$) y sulfuros. Esta corriente representa en torno al 17,5% del total de las aguas residuales de una tenería para piel de vacuno.
- ▶ Corrientes residuales de depilado y descarnado: Asimilables a las aguas residuales urbanas, con alto contenido en sólidos en suspensión. Representan el 5,5% del total de las aguas residuales de una tenería para piel de vacuno.
- ▶ Aguas residuales de desencalado: Asimilables a urbanas pero con gran cantidad de nitrógeno. Representan el 19% del total de las aguas residuales de una tenería para piel de vacuno.
- ▶ Aguas residuales de rendido: Asimilables a urbanas pero con gran cantidad de nitrógeno.
- ▶ Aguas residuales de piquelado: Aguas ácidas y muy salinas. Presentan elevadas concentraciones de sal, cloruro amónico y ácidos.
- ▶ Corrientes residuales de desengrase: Aguas asimilables a urbanas si no llevan disolventes. Caracterizadas por la presencia de grasa disuelta y en suspensión.
- ▶ Corrientes residuales de curtido vegetal: Aguas con contenido de fibras de cuero sólidas. Son poco biodegradables aunque no muy concentradas. Entre los componentes indeseados presentes figuran taninos, fenoles, flora bacteriana, etc. Si no se reciclan suponen un 25% de las aguas residuales de una tenería.
- ▶ Corrientes residuales de curtido mineral: Aguas tóxicas y peligrosas por su elevado contenido en cromo y sales neutras.
- ▶ Corrientes residuales de tintura y engrase: aguas coloreadas y emulsionadas, con presencia de grasas, colorantes, tensioactivos y sales neutras.

Composición global del efluente de una tenería

Parámetro	Concentración
Caudal de vertido	300l/kg de piel
DQO	4.755 ppm
pH	8,5
Cromo III	2.57 ppm
Sólidos en suspensión	2.370 ppm
DBO_5	2.025 ppm
Sulfuros	105 ppm
Aceites y grasas	415 ppm

Fuente: Fundación Entorno, Empresa y Medio Ambiente

Los residuos característicos generados por la actividad de curtición están constituidos por:

- ▶ Sal
- ▶ Polvos de esmerilado
- ▶ Recortes de piel curtida
- ▶ Aceites de maquinaria

- ▶ Disolventes agotados
- ▶ Lodos del tratamiento de aguas residuales

Las emisiones atmosféricas en este sector no son significativas.

En Murcia, las aguas residuales de la industria del curtido de Lorca, altamente contaminantes, se vertían hasta ahora al Río Guadalentín, emitiendo una carga contaminante en DBO₅ superior a la permitida. La entrada en funcionamiento en el año 2003 de la depuradora de La Serrata para tratar las aguas residuales de todas las instalaciones parece que va permitir solucionar esta problemática.

>> 5.5. Experiencias de éxito relevantes para el sector



Las medidas ecoeficientes recogidas en las experiencias de éxito están enfocadas a reducir el consumo de agua, energía y materias primas y auxiliares y a reducir la liberación de contaminación al medio, especialmente la generada por los vertidos de efluentes líquidos del proceso.

5.5.1. Combustión sumergida en calentamiento de baños y secado directo a gas

Dercosa inició su actividad en octubre de 1976, englobada en el Grupo Lederval (dedicado a la industria del curtido y acabado de pieles, formado por seis empresas ubicadas en la Comunidad Valenciana, Navarra y Andalucía).

Dercosa está dedicada a la fabricación de serraje y actualmente es una de las empresas más punteras y consolidadas del sector. Dispone de una amplia y variada gama de productos de gran calidad y de alta tecnología destinados principalmente a los sectores del calzado, marroquinería y confección.

Con una producción mensual cercana a los 150.000 metros, las ventas se distribuyen al 50% entre los mercados nacional e internacional, principalmente la Unión Europea

Su capital social asciende a 1,38 millones de € y dispone de una plantilla de 80 empleados.

El proceso productivo de curtido de pieles conlleva la existencia de tres secciones en las cuales es necesaria la utilización de energía:

- ▶ Sección de curtición, en la cual se produce la estabilización del colágeno. En esta fase del proceso se utilizaba agua a 40°C, que era calentada mediante el intercambio de energía entre el fluido térmico procedente de la caldera y el agua. El agua se calentaba hasta 70°C con objeto de poder ser utilizada en varios procesos, por lo que para esta fase era atemperada mediante adición de agua fría hasta conseguir la temperatura adecuada.
- ▶ A continuación las pieles pasan por la sección de tinte donde se les da el color requerido en baños a 60°C. Este agua procede del mismo depósito que la utilizada para el calentamiento de la operación de curtición.
- ▶ Como última fase del proceso las pieles eran secadas empleando secaderos continuos de aire caliente, cuyo origen eran las baterías de aceite térmico procedente de la caldera.

El proyecto, iniciado en 1997 con el apoyo de Programa Thermie de la Comisión Europea, y en explotación industrial desde finales del mes de marzo de 1998, ha consistido en la eliminación de la caldera, y consecuentemente el calentamiento indirecto mediante un fluido caloportador intermedio, pasando al calentamiento directo con el consiguiente aumento de rendimiento energético. Las soluciones aportadas han sido las siguientes:

Esta instalación de combustión sumergida fue la primera que se utilizó en una tenería

Calentamiento de baños de curtición y tinte: Para estos baños se adoptó la solución de combustión sumergida, consistente en producir la combustión de gas natural en el seno del líquido a calentar mediante un quemador sumergido en el mismo, consiguiéndose rendimientos cercanos al 100%.

Las características de esta nueva instalación son:

- ▶ Depósito de calentamiento de 7 m³ de capacidad.
- ▶ Depósito de acumulación de 25 m³
- ▶ Tipo de baño: salino
- ▶ Temperatura de trabajo en curtición 40 °C
- ▶ Temperatura de trabajo en tinte 60 °C
- ▶ Equipo de combustión: quemador de mezcla en cabeza marca MASÓN con caña de acero refractario y regulación modulante
- ▶ Potencia térmica instalada 800.000 kcal/hora
- ▶ Consumo específico de energía: 227,67 th de gas/m³ agua

Transformación a gas de secaderos: Se ha eliminado en los secaderos el sistema de calentamiento de aire por medio de radiadores de aceite térmico, instalando quemadores en vena de aire con tubo de acero refractario radiante con sus sistemas de encendido y seguridad para el secado directo de pieles. Los equipos y características finales de la instalación son:

- ▶ 1 secadero marca TEGO (5 quemadores)- Potencia térmica instalada 1.100.000 kcal/h
- ▶ 1 secadero marca OLIVER y BATTLE (2 quemadores)- Potencia térmica instalada 200.000 kcal/h
- ▶ 1 secadero marca MAQPEL (2 quemadores)- Potencia térmica instalada 270.000 kcal/h
- ▶ 1 secadero marca OLIVER y BATTLE (3 quemadores)- Potencia térmica instalada 270.000 kcal/h
- ▶ 1 secadero marca TEGO (5 quemadores)- Potencia térmica instalada 1.850.000 kcal/h
- ▶ 1 secadero marca TEGO (3 quemadores)- Potencia térmica instalada 510.000 kcal/h

Principales características del nuevo proceso

Todos los quemadores son tipo MASÓN NPI de mezcla en cabeza, con caña de acero refractario, de alto rendimiento y amplia modulación.

- ▶ Velocidad de secado: 10 m/minuto
- ▶ Evaporación: 53 l/h
- ▶ Superficie de la piel: 1,39 – 1,95 m²
- ▶ Espesor de la piel: 2 mm
- ▶ Producción: 176 pieles /hora
- ▶ Temperatura de trabajo: 90°C

Indicadores de ecoeficiencia del nuevo sistema

Línea de distribución interior del gas natural: Se ha realizado un conjunto de canalizaciones que han permitido transportar el gas desde la estación de regulación y medida a los distintos puntos de consumo: secaderos y depósito de calentamiento por combustión sumergida, con sus correspondientes grupos de regulación.

- ▶ Consumo de energía (en calentamiento de baño: 27,67 th/m³)
- ▶ Consumo de energía (en secadero): 334 th/hora
- ▶ Emisiones de CO₂: reducción de 325 t/año

Las mejoras medioambientales del proyecto vienen dadas por dos conceptos:

- ▶ la eliminación del uso de aceite térmico
- ▶ la disminución de consumo de energía, lo que conlleva a su vez la disminución de emisiones de CO₂. El ahorro de energía ha sido de 157 tep/año de gas natural.

Beneficio económico obtenido

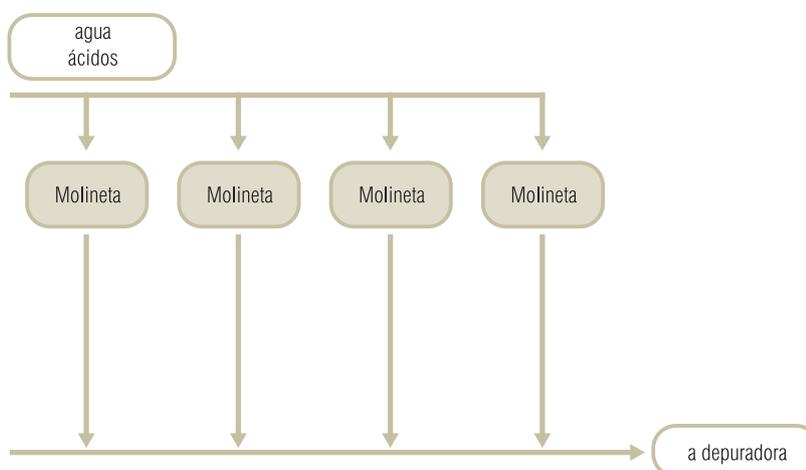
El principal beneficio económico deriva del menor consumo de gas natural para la misma producción, lo que supone un ahorro económico de 23.611€/año. Además, se producen otros ahorros como consecuencia del menor coste de mantenimiento.

Para más información sobre esta experiencia, consultar: www.idae.es

5.5.2. Recuperación, reutilización y reciclado de los licores de piquelado

La empresa Curtits Banyoles se dedica al curtido de doble faz de pieles ovinas para peletería.

Una de las etapas en el proceso de la ribera corresponde al piquelado. Esta fase consiste en tratar las pieles con una mezcla de ácidos y de sales antes de seguir con la operación del curtido. La etapa de piquelado es necesaria, ya que posibilita una mayor penetración del cromo. En este proceso se generan efluentes, denominados licores del piquelado, que poseen ácidos y sales que, si no se recuperan, deberán tratarse antes de ser vertidos.



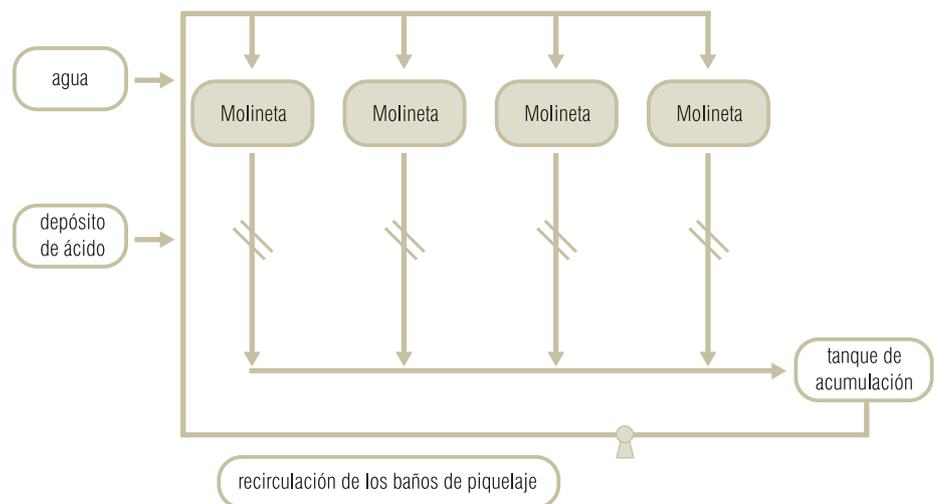
El sistema más utilizado en la instalación consistía en introducir las pieles o cueros en tripa en 4 molinetas donde se trataban con una mezcla de ácido fórmico, ácido sulfúrico y sales. Este conjunto se disolvía en 12 m³ de agua por molineta y proceso. Una vez finalizado el proceso se vaciaba el agua de cada molineta a través de una apertura en la parte inferior.

Las aguas residuales que se generaban tenían una acidez elevada, y contenían partículas en suspensión y residuos de grasas y aceites que debían ser tratados antes de su vertido.

Esta empresa decidió utilizar una nueva técnica para la recuperación y la reutilización de las aguas residuales del piquelado. El objetivo final era:

- ▶ Reducir el nivel de salinidad encontrado en los efluentes
- ▶ Reducir las materias primas, sobre todo los ácidos y la sal necesarios para el piquelado
- ▶ Reducir el consumo de agua
- ▶ Reducir los vertidos contaminantes

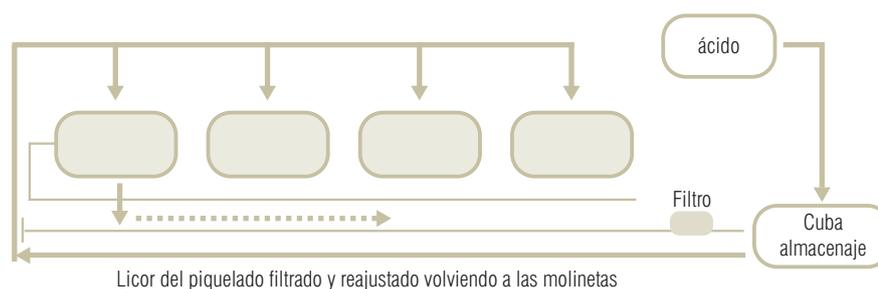
Mediante esta técnica se conseguía recuperar los licores del piquelado a la salida de las molinetas y reintroducirlos en el proceso, después de haberlos filtrado y haber reajustado su pH.



Se instaló un filtro de malla en el fondo de cada molineta para eliminar las impurezas de gran tamaño, superior a 1 mm, como los restos de pieles o cueros en tripa, de suciedad, arena, etc.

Una vez filtrado, este licor es enviado a una cuba de almacenamiento enterrada, de una capacidad de 112 m³, donde se analiza para ajustarlo a las características necesarias para su reutilización y donde se eliminan las impurezas que quedan (por ej. grasas y aceites) que se acumulan en la superficie del tanque. El 50% de este licor recuperado puede volverse a utilizar en las siguientes etapas y el resto es simplemente reenviado para su depuración antes de verterlo.

Para poder facilitar el reajuste de los baños del piquelado, la empresa unificó los tipos de ácidos utilizados durante esta etapa, de manera que la utilización del ácido sulfúrico fue sustituida totalmente por la del ácido fórmico.



Indicadores de ecoeficiencia

Consumos	Antes de la medida	Después de la medida
Pieles tratadas	1.333 unidades	1.333 unidades
Sal	1.000 kg	500 kg
Ácido sulfúrico	12 l	0 l
Ácido fórmico	70 kg	100 kg
Agua	12.000 l	6.000 l

Además, se ha reducido la carga contaminante de cloruros, la conductividad y las sales solubles de las aguas vertidas. Asimismo se ha reducido la generación de aguas residuales.

Beneficios económicos

Los resultados obtenidos también suponen unos ahorros económicos que han permitido recuperar la inversión realizada en un periodo de 2,2 años.

	Proceso tradicional	Nuevo proceso	
Costes en materias primas	59.754 €/año	56.262 €/año	6%
Costes en depuración	7.944 €/año	3.972 €/año	50%
Gastos de gestión fango/s	4.320 €/año	2.160 €/año	50%
Costes totales	72.018 €/año	62.394 €/año	13,3%
Ahorro	9.624 €/año	-	-
Inversión	20.942 €/año	-	-
Periodo de retorno de la inversión	2,2 años	-	-

Para más información sobre esta experiencia, consultar: Centro de Actividades Regionales para la Producción Limpia (CAR/PL) <http://www.cipn.es>

5.5.3. Recuperación de baños residuales de curtición

La tenería Mare Nostrum se dedica al curtido de pieles de vacuno cuyo mercado es la producción de calzado y marroquinería.



Tradicionalmente, el vaciado de los baños de las diferentes etapas del proceso se realizaba abriendo las válvulas del bombo y dejando escurrir el baño al suelo, recogiendo en unas arquetas donde se mezclaban los diferentes vertidos haciendo imposible su reutilización.

El proyecto llevado a cabo ha supuesto el diseño, la construcción y la puesta en marcha de una Planta de Demostración para el tratamiento y reciclaje de los baños de piquelado y curtición, con una capacidad de tratamiento de 25 m³/día. El proyecto fue seleccionado por la Comisión Europea dentro del Programa Life-Medio Ambiente. El proyecto se puso en marcha en el año 2001 y desde septiembre de 2002 se encuentra instalada la planta en la empresa.

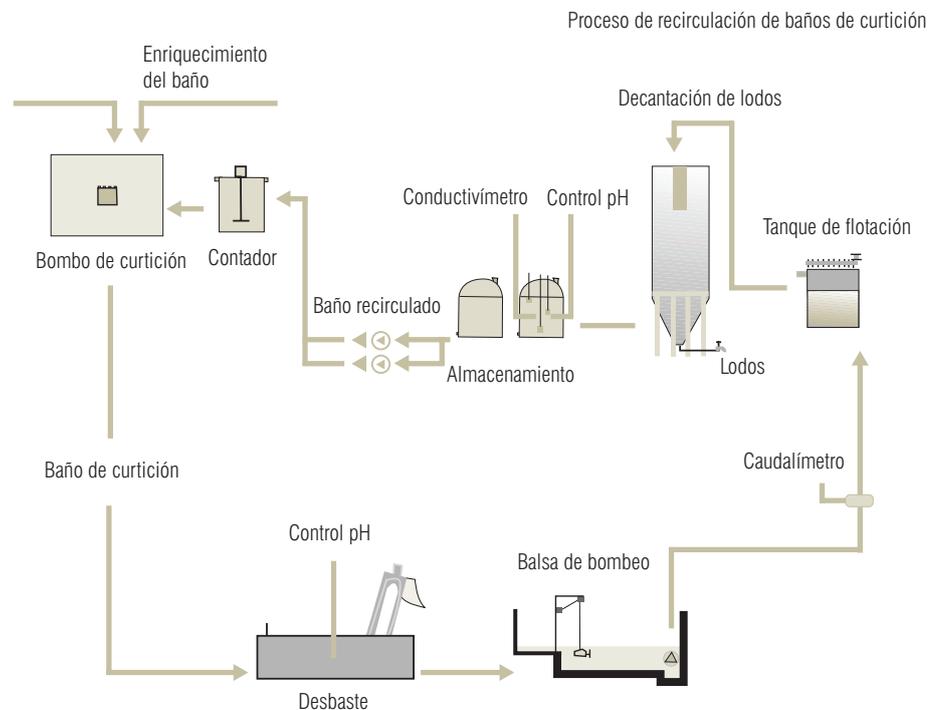
El objetivo principal del proyecto ha consistido en demostrar la viabilidad del reciclaje de los baños de piquelado-curtición, garantizando en todo momento la calidad del producto final obtenido y logrando, por un lado, reducir la contaminación salina ocasionada por los baños de piquelado y curtición y, por otro, reducir la cantidad de sal de cromo del baño residual de curtición.

La planta de demostración

La planta de tratamiento y acondicionamiento de los baños residuales de piquelado y curtición, para su reutilización en el proceso industrial, está dotada de los siguientes sistemas:

- ▶ Canalización de los baños residuales.
- ▶ Desbaste y bombeo a balsa de homogeneización del baño residual.
- ▶ Tratamiento del baño de piquelado-curtición a reutilizar, mediante un sistema de flotación para la eliminación de las grasas y un decantador para la deposición de todas las partículas de piel en suspensión.
- ▶ Almacenamiento, acondicionamiento y control de las características del baño a reutilizar.

El modo de operación de la Planta de Demostración y los sistemas que la componen se muestran en el siguiente esquema.



Canalización del baño residual

Para evitar la mezcla de los diferentes vertidos se modificaron los sistemas de desagüe de los bombos de curtición, instalándose en ellos unos canales curvos dotados de una salida flexible para poder dividir los vertidos de salida de los bombos de curtición. Los nuevos canales están dotados de manguera flexible para poder realizar la conexión a diferentes salidas, en función del destino que tengan las aguas de salida del bombo de curtición (a recirculación o a la estación depuradora de aguas industriales).

Asimismo, se ha procedido a la optimización del modo de descarga del baño de piquelado-curtición, para su total tratamiento y reutilización, garantizando el escurrido de todo el baño, pero evitando en lo posible el arrastre de la materia en suspensión. En este sentido se ha incidido principalmente en la definición de la velocidad de giro del bombo durante la descarga, en la apertura de la válvula y en el tipo de canalización de recogida del baño.

Desbaste

Finalmente, el baño residual de curtición se dirige hacia un canal donde se ubica el sistema de desbaste de finos.

Las canales recogen el baño residual y lo dirigen hasta el canal de entrada a la planta, donde está ubicado el sistema de desbaste (tamiz autolimpiante) que separa todos los sólidos de tamaño superior a 1 mm. Los sólidos separados del baño se bombean hasta una prensa hidráulica que los compacta y deposita en un contenedor para su posterior evacuación a vertedero.

Balsa de bombeo-homogeneización

Las aguas, una vez desbastadas, fluyen por gravedad a la balsa de bombeo que está dotada de un sistema de agitación que mantiene el baño homogeneizado. Asimismo, un detector de nivel controla el sistema para que siempre existan unos niveles medios de balsa, de manera que no se descienda de un nivel mínimo de seguridad para evitar problemas en las bombas y el agitador.

Flotación-desengrasado

Desde la balsa de bombeo y mediante una bomba neumática, el baño residual se conduce al tanque de flotación, controlándose el caudal para garantizar los parámetros de operación establecidos en el dimensionado del sistema.

El tanque de flotación, de planta rectangular, está equipado con unos difusores de microburbujas de aire en el fondo. Las microburbujas generadas consiguen dos efectos: la formación de espuma y la desemeulsión de la grasa que, junto con pequeñas partículas, flota con la espuma en la superficie del tanque. Una barredera superficial lleva la espuma hasta el vertedero del tanque de flotación donde se separa la espuma y se canaliza hasta el desagüe principal de la empresa.

Decantación

Las aguas pretratadas fluyen por gravedad al decantador, de forma tronco-cónica, que está compuesto por una campana, una barredera de fondo, un vertedero perimetral y una válvula neumática de purga de los sólidos. En el decantador se consigue un flujo laminar muy lento, de manera que la velocidad ascensional es inferior a 0,4 m/h lo que asegura la deposición de todas las partículas de piel en suspensión. La barredera de fondo, equipada con un motor y un reductor para que gire 360° cada 30 minutos, dirige las partículas al centro del cono desde donde cada cierto tiempo se purga el decantador mediante una válvula neumática temporizada para poder modificar los periodos de purga.

Almacenamiento y recirculación

El sobrenadante del decantador, exento de grasas y sólidos en suspensión, fluye por gravedad a los tanques de almacenamiento (6 unidades con una capacidad de 6 m³ cada uno), comunicados entre sí por la parte inferior y en los que se han instalado sistemas de purificación del aire mediante carbón activado en los respiraderos.

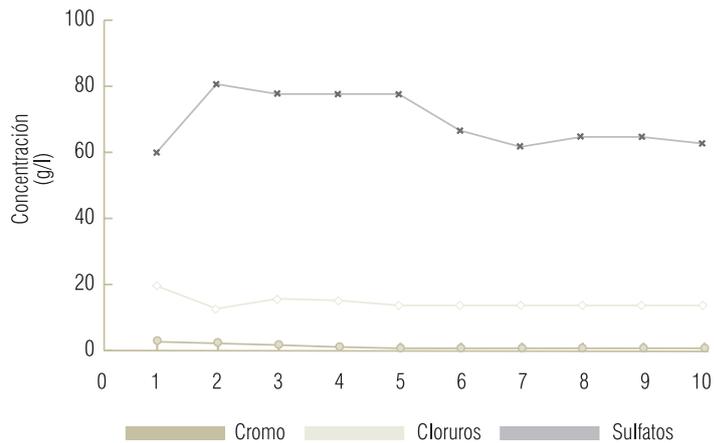
Además, el sistema dispone de sondas de nivel, así como de un medidor de pH y un conductímetro en continuo para controlar la calidad del licor recuperado.

Finalmente, una estación de bombeo de funcionamiento manual lleva el licor de cromo desde los depósitos de almacenamiento hasta la entrada de los bombos. La entrada del licor recuperado a los bombos no se hace directamente, sino que se ha intercalado un tanque que sirve de pulmón y de depósito de adición de productos para reajustar las condiciones del baño.

Resultados obtenidos

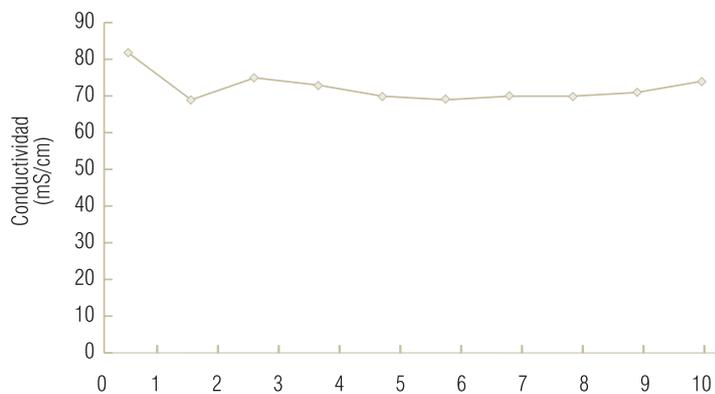
Con relación a los parámetros analíticos del baño, los resultados muestran que los parámetros analizados (pH, conductividad, densidad, cloruros, sulfatos, cromo, sólidos en suspensión y grasas) se van estabilizando, obteniéndose valores que no suponen interferencias en el proceso de piquelado-curtición. Las siguientes figuras muestran la estabilización de estos parámetros a partir del tercer ciclo.

Proyecto Life-Tareli. Ensayos cíclicos de curtición. Evolución sulfatos, cloruros y cromo



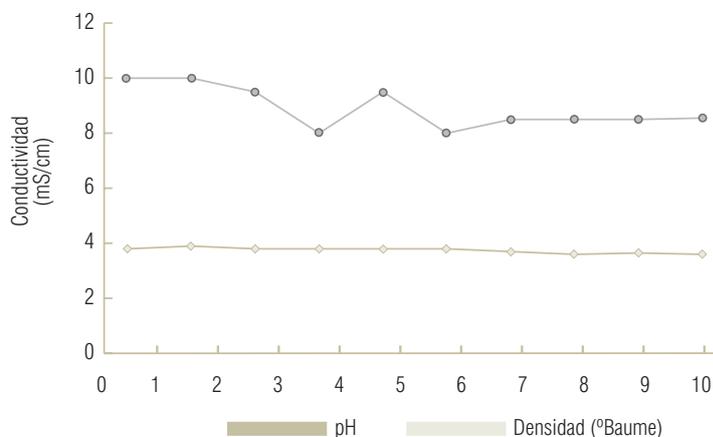
Ensayos cíclicos de curtición. Evolución de los sulfatos, cloruros y el cromo.

Proyecto Life-Tareli. Ensayos cíclicos de curtición. Evolución de la conductividad



Ensayos cíclicos de curtición. Evolución de la conductividad.

Proyecto Life-Tareli. Ensayos cíclicos de curtición. Evolución pH y densidad



Ensayos cíclicos de curtición. Evolución del pH y la densidad

Paralelamente a la realización de estos análisis, se procedió a la realización de ensayos físicos y químicos de control de calidad de las pieles, tanto sobre pieles en wet-blue como en crust. Los resultados mostraron que no existen diferencias significativas en las pieles obtenidas con baños reciclados respecto a las obtenidas por el sistema convencional.

Beneficios medioambientales

Disminución de consumos

- ▶ Consumo de agua: reducción en un 97%
- ▶ Consumo de sal: reducción en un 55%
- ▶ Consumo de ácidos: reducción en un 21%
- ▶ Consumo de cromo: reducción en un 14%
- ▶ Consumo de basificantes: reducción en un 17%

Mejora de la calidad de los parámetros contaminantes del efluente

- ▶ Conductividad: disminución en un 18% en el efluente de entrada a la EDAR.
- ▶ Cromo en vertidos: disminución en un 32% en el efluente de entrada a la EDAR.
- ▶ Cromo en lodos: disminución en un 27% en lodos de depuración.

Beneficios económicos

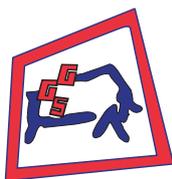
- ▶ Mantenimiento de la calidad de las pieles.
- ▶ Mejora de la competitividad de la empresa, debido a la reducción de costes por el menor consumo de materias primas.
- ▶ Posibilidad de generación de empleo, tanto en la propia empresa, para el control de la instalación, como en empresas auxiliares de servicios de Medio Ambiente como ingenierías, talleres, etc.
- ▶ Reducción de los costes de gestión de los lodos.

- ▶ Mejora de la eficiencia.
- ▶ Reducción de los costes de depuración de las aguas residuales.

Para más información sobre esta experiencia, consultar:

<http://www.inescop.es/0servidor0/inescop/media/proyectos/life/life-resultados-tecnicos.pdf>

>> 5.6. Proyecto de implantación de una mejora de ecoeficiencia en Murcia: el caso Gabino García Serrano



Gabino García Serrano y Cía, S.L., es una empresa familiar dedicada a la industria de la piel situada en la localidad de Lorca (Murcia). Fue fundada en 1875 y su capital social actual es de 1.119.931 euros, siendo el volumen de ventas anuales de 4.000.000 de euros.

La empresa se encuentra situada en la Carretera del Pantano 132, C.P. 30800, en la localidad de Lorca (Murcia).

El número de empleados asciende a 48 trabajadores, de los cuales 42 están en el departamento de producción, 1 en mantenimiento y servicios generales y 5 repartidos entre dirección, mandos intermedios, administrativos y comerciales.

La empresa cuenta en la actualidad con unas instalaciones de 6.000 m², dedicadas en su totalidad a trabajar pieles de vacuno.

Su actividad principal es la de servicios para la industria de la piel (pelambre, curtición y acabados), siendo sus productos principales:

- ▶ Nobucks
- ▶ Napas
- ▶ Rectificados
- ▶ Engrasados pull
- ▶ Rectificado Florentik
- ▶ Autolúcido
- ▶ Sprinter pull Texas
- ▶ Hidrofugados

Existe un solo turno de trabajo, operando 220 días al año, durante un total de 1.760 horas.

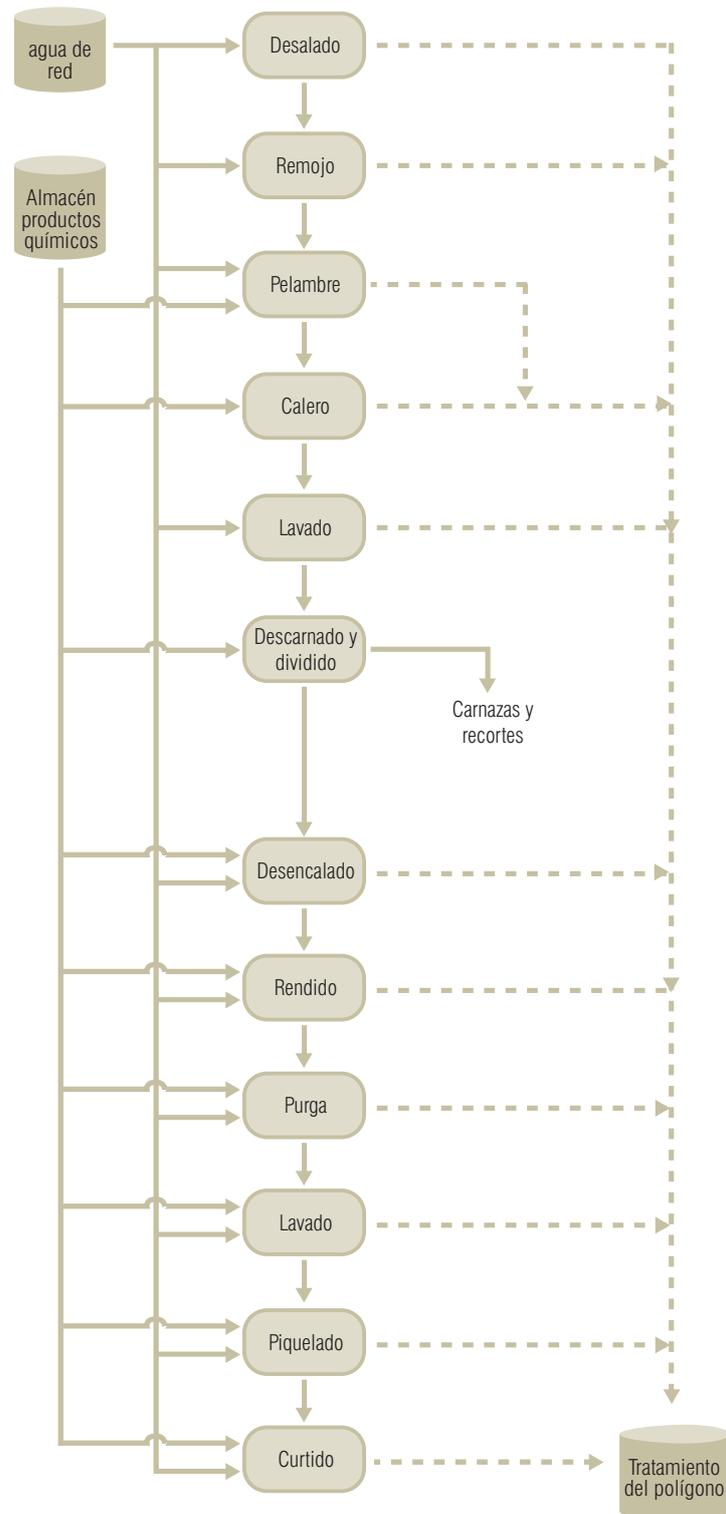
Descripción del proyecto

El estudio de ecoeficiencia realizado se ha centrado en la reducción del consumo y del vertido de agua en las diferentes operaciones del proceso de curtido de las pieles. Se ha incidido en la posibilidad de reutilización del agua para aclarado en los bombos donde se realiza el remojo, pelambre y calero de la piel.

Para ello se ha previsto una instalación para recogida, bombeo, filtrado, almacenamiento temporal y reutilización del agua de aclarado de los bombos.

El proceso existente en la empresa se puede clasificar básicamente en cuatro etapas:

La primera se denomina "Ribera" y en ella se lleva a cabo la limpieza de la piel que se recibe como materia prima, la cual está conservada con sal común (cloruro de sodio), y se denomina "verde salada". En esta etapa se eliminan todos los componentes de la piel que no son transformables a cuero, como sales de sodio, pelo y material proteínico.



La segunda etapa comprende propiamente el proceso de "Curtido", mediante el cual se logra impartir estabilidad química y física a la piel evitando su putrefacción y haciéndola resistente a cambios de temperatura y humedad. En el curtido se utilizan sales inorgánicas, especialmente sales de cromo (Curtido al Cromo). La piel curtida se denomina cuero azul o con el término inglés wet blue.

La tercera etapa se conoce como "Recurtido, Teñido y Engrase" (RTE), y en ella se logra que el cuero adquiera suavidad, color y otras características que son necesarias para fabricar artículos comerciales.

Finalmente, en la cuarta etapa denominada "Acabado" se imparte al cuero las características específicas que el mercado impone a cada tipo de producto, como puede ser el grabado, color y tacto, entre otros.

La producción de la fábrica en el año 2002 ascendió a:

- ▶ 6.353.906 pies de piel acabada (con un peso de 921,3 t)
- ▶ 2.149 t de piel en "wet blue"

El consumo de materias primas que se produce en la empresa es el siguiente:

- ▶ Clase piel de vacuno en pelo: 2.946 t/año
- ▶ Vacuno Wet Blue: 1.531 t/año
- ▶ Productos químicos utilizados en el curtido (cal, sulfatos, sulfhidrato de sodio, glucosa, ácido sulfúrico, sal marina, óxido de cromo): 318 kg/t de piel

El consumo de agua es de 92.830 m³/año, procediendo de la red principal.

Los volúmenes de vertidos líquidos generados son los siguientes:

- ▶ Aguas crómicas: 15.038 m³/año
- ▶ Aguas no crómicas: 64.517 m³/año

Diseño de la mejora

Las modificaciones a realizar en la planta para la reutilización del agua de aclarado de los bombos 1, 2 y 5 consisten en la construcción de una red de recogida del agua de aclarado de los bombos hasta una arqueta. En ella se instalará una bomba sumergible para enviar el agua a almacenamiento, pasando primero por un filtro para retención de pelos y otros residuos de las pieles. El agua filtrada se almacena en 2 tanques de 20 m³ hasta que es requerida en el primer aclarado del ciclo productivo siguiente. Para ello se bombea de nuevo hasta los bombos para reutilización.

Las modificaciones descritas en este proyecto para mejora de la ecoeficiencia no suponen una mejora directa en las características o propiedades del producto, sino que se repercute en él en forma de ahorro económico con la reducción del consumo de agua asociado a su proceso productivo.

En la actualidad todo el agua procedente de las operaciones de remojo, pelambre y calero va a vertido, para su posterior tratamiento en depuradora. Con el fin de mejorar la ecoeficiencia de la planta se trata de recuperar el agua del segundo aclarado para usarla en el primer aclarado en ciclos posteriores.

A efectos de la reutilización del agua, se desdoblaron las líneas de salida de los bombos 1, 2 y 5. Mediante válvulas de accionamiento manual, se permitirá, tanto seguir haciendo el vertido directo que en la actualidad se realiza, como, en el momento en que sea necesario, derivar el efluente hacia el ciclo de recirculación del agua.

El agua procedente de los bombos 1, 2 y 5 se recoge por tubería de PVC de 6" hasta una arqueta de 10 m³ de capacidad (1 x 4 x 2,5 m). En dicha arqueta se sitúa una bomba sumergible (B-001) que impulsará el fluido a lo largo de todo el circuito de recirculación del agua.

Para posibilitar la reutilización del agua, ésta debe estar libre de sustancias en suspensión, para lo cual se dispone de un filtro de discos (F-001). A dicho filtro se alimenta la corriente obtenida del bombo y se obtiene un clarificado que va directamente a almacenamiento (D-001 A/B).

La circulación del fluido desde el filtro a los tanques de almacenamiento (D-001 A/B) se hace a través de una conducción de 4" fabricada en material plástico.

Dentro de los depósitos verticales (D-001 A/B), de 20 m³ de volumen cada uno, se dispone de un sistema de aplicación de vapor directo controlado mediante una válvula manual que un operario accionará en función de la temperatura que haya en el interior del tanque, para lo cual se instalará un indicador de temperatura en los mismos. La finalidad es asegurar los 24°C mínimos necesarios en el almacenamiento para que no se produzca la precipitación de sólidos.

Estos depósitos tendrán 2 salidas: una a drenaje para la cual será necesario la realización de la correspondiente excavación, y otra a los bombos 1, 2 y 5. La impulsión del agua desde su almacenamiento hasta los bombos, para su reutilización, se hará mediante una bomba centrífuga (B-002).

En lo que respecta a la instalación eléctrica, se ampliará el cuadro existente para dar suministro a 3 nuevos motores: los de las bombas B-001 y B-002, de 5,5 y 1,1 kW respectivamente, y el del filtro F-001 de 0,37 kW.

La nueva modificación en la Planta se ha diseñado para una capacidad de tratamiento y reutilización de agua de 50 m³/h, correspondiente a las operaciones de aclarado de los bombos 1, 2 y 5.

No se genera ningún consumo ni vertido adicional de agua, salvo el residuo concentrado, procedente de la limpieza del filtro. Sí se producirá un consumo mínimo de vapor para mantener la temperatura del agua almacenada estimado en 20-30 Kg/h.

Indicadores de ecoeficiencia

Indicador	Unidad	Valor inicial	Valor final	Diferencia
Consumo de agua	m ³ /año	92.830	84.430	8.400
Consumo de agua	m ³ agua consumida/t producto fabricado	30,2	27,5	2,7
Consumo de agua	m ³ agua consumida/€ facturados	0,023	0,021	0,002
Consumo de agua	€/año	49.664	45.170	4.494
Consumo de agua	€/t producto fabricado	16,2	14,7	1,5
Consumo de agua	€/€ facturados	0,0124	0,0113	0,0011
Vertido aguas	m ³ agua vertida/año	79.555	71.155	8.400
Vertido aguas	m ³ agua vertida/t producto fabricado	25,9	23,2	2,7
Consumo de energía	kWh/t producto fabricado	452,7	453,3	+0,4

La actuación que se va a llevar a cabo en la fábrica de curtidos, con el fin de mejorar su ecoeficiencia, supone un gasto cifrado en 39.917,00 €

Balance económico del proyecto

Debido a la instalación de nuevos equipos que requieren energía eléctrica para su funcionamiento, los costes de operación se van a ver incrementados. Ese aumento se calcula en función de la cantidad de agua que se va a recircular y que se considera que será de $35 \text{ m}^3/\text{día}$, procedente de los bombos 1, 2 y 5. Tomando eso en consideración, además de las potencias y caudales de las bombas, se llega a un coste adicional de energía eléctrica total de $90,59 \text{ €/año}$.

La reducción de gastos viene dada por la reducción, tanto en el consumo como en el vertido de agua que se va a producir en la planta. La mejora propuesta supone un ahorro anual (derivado de los menores costes de depuración del agua y del suministro de agua) de $25.494,00 \text{ €/año}$

La Tasa Interna de Rentabilidad es del 57%. Como se ha supuesto un interés del 5%, indica que la inversión produce un interés muy superior al que se obtendría en cualquier entidad financiera, y por tanto, es rentable la inversión.

Por último, el periodo de retorno de la inversión necesaria para instalar el equipo de dosificación automática es de 1,57 años.

6 <

Referentes para la calidad ambiental y
la ecoeficiencia del Sector de
la Industria en Murcia

Artes gráficas



6. Artes gráficas

>> 6.1. Introducción al sector

El sector de artes gráficas en España empleaba en el año 2001 a más de 126.000 trabajadores

La industria gráfica es una actividad que queda incluida en la división 22 de la Clasificación Nacional de Actividades Económica (CNAE): Edición, Artes gráficas y Reproducción de soportes grabados. A los efectos de este informe, las agrupaciones que se consideran son:

22.21 Impresión de periódicos.

22.22 Otras actividades de impresión.

22.23 Encuadernación y acabado.

22.24 Composición y fotograbado.

22.25 Otras actividades gráficas.

La industria gráfica elabora una amplia gama de productos, entre los que cabe destacar libros, catálogos, folletos, diarios y publicaciones, álbumes, manufacturas cartográficas, planos y dibujos, sellos, tarjetas postales, calcomanías, calendarios y material de embalaje. Sus principales clientes son las editoriales (a ellas se destina entre un 40 y un 50% de la producción) y sus proveedores fundamentales son los fabricantes de papel y de tintas de impresión.

Las empresas dedicadas a esta actividad son mayoritariamente pymes. Las empresas de pequeño y mediano tamaño suelen ser de tipo familiar mientras que las de mayor tamaño están controladas por los grandes grupos editoriales.

El sector de Artes Gráficas en España. Nº de empresas y establecimientos

	Empresas		Locales	
	Número	%	Número	%
Sin asalariados	5.160	33,03	5.339	32,56
De 1 a 5 asalariados	7.188	46,01	7.715	47,05
De 6 a 9 asalariados	1.421	9,10	1.456	8,88
De 10 a 19 asalariados	145	6,69	1.063	6,48
De 20 a 49 asalariados	628	4,02	620	3,78
De 50 a 99 asalariados	119	0,76	123	0,75
De 100 a 199 asalariados	41	0,26	50	0,3
De 200 a 499 asalariados	18	0,12	24	0,15
De 500 o más asalariados	2	0,01	6	0,04
Total	15.622	100	16.396	100

Fuente: DIRCE. 2002. INE

El sector de artes gráficas posee características tanto del sector industrial, por requerir grandes inversiones en maquinaria y equipos electrónicos y utilizar tecnología compleja y avanzada como del sector servicios, ya que es preciso realizar actividades inmateriales como la creación y diseño, (gran parte de la producción se realiza sobre encargo concreto -nunca en serie-) y por tener especial relevancia los acabados específicos y plazos de entrega.

Los ingresos totales de explotación del sector de artes gráficas y reproducción de soportes grabados ascendían en el año 2002 a más de 8.330 millones de euros¹.

¹ Encuesta Industrial. 2002.INE

>> 6.2. El sector en Murcia

El sector de artes gráficas de Murcia se sitúa en quinta posición en el ranking nacional

El tejido empresarial de artes gráficas murciano conforma un sector consolidado, con un peso económico importante en la Región (6,1% del sector manufacturero regional) y en el ámbito nacional, donde Murcia se sitúa como la quinta Comunidad en importancia.

Las empresas que existen en la Región de Murcia se encuentran ubicadas fundamentalmente en los municipios de Murcia, Molina de Segura, Cartagena, Alcantarilla, Lorca y Yecla, localidades que en el año 2000 concentraban cerca del 70% de las compañías del sector.

Siguiendo la tónica nacional, el tejido empresarial murciano está formado fundamentalmente por empresas familiares, ya que la mayor parte de las compañías han pasado de generación en generación.

El sector de Artes Gráficas en Murcia. Nº de empresas y establecimientos industriales

	Empresas		Locales	
	Número	%	Número	%
Sin asalariados	107	34,19	108	33,33
De 1 a 5 asalariados	144	46,01	153	47,22
De 6 a 9 asalariados	27	8,63	28	8,64
De 10 a 19 asalariados	22	7,03	21	6,48
De 20 a 49 asalariados	8	2,56	8	2,47
De 50 a 99 asalariados	3	0,96	3	0,93
De 100 a 199 asalariados	1	0,32	2	0,62
De 200 a 499 asalariados	1	0,32	1	0,31
De 500 o más asalariados	0	0	0	0
Total	313	100	324	100

Fuente: DIRCE. 2002. INE

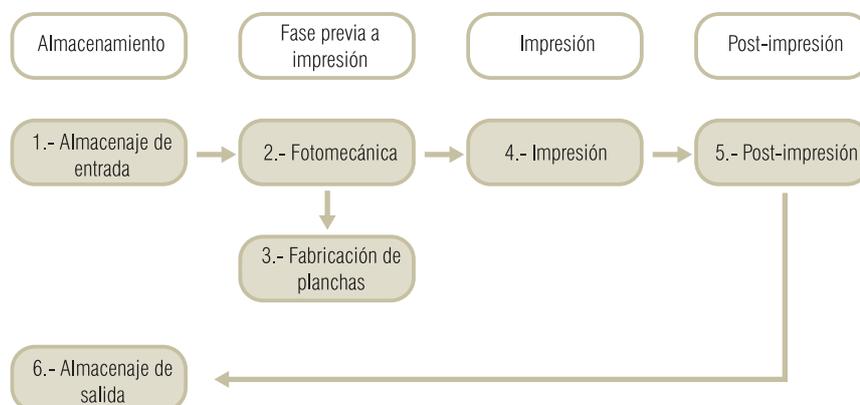
El valor de las exportaciones de productos manipulados de papel y cartón y artes gráficas en la Región de Murcia ascendió a unos 8 millones de euros en el año 2000, de los que el 30,1% proceden de las ventas de productos de artes gráficas y el 79,9% de las de papel y cartón. Los productos que más se vendieron al exterior son etiquetas, cajas, sacos y bolsas, estampas, grabados y fotografías, libros y folletos y diarios y publicaciones. Los principales destinos de los productos de artes gráficas murcianos fueron, en 2000, 17 países. De ellos, Francia compró más de la mitad, concretamente el 56,1%, seguido de Reino Unido e Italia. Por su parte, Estados Unidos, México y Japón son los mayores compradores de libros y folletos; y Holanda absorbe la práctica totalidad de las exportaciones murcianas de diarios y publicaciones.

Según datos de la Asociación Regional de Artes Gráficas, el 78% de las empresas murcianas afirma desarrollar de forma habitual y por sí mismas actividades de impresión; algo más de la mitad (52%) de preimpresión; una de cada tres transformación de papel y cartón (la misma relación que las que se dedican a hacer acabados); y sólo un 6% indicaba realizar algún trabajo de edición. Esto pone de manifiesto que dentro del proceso de preimpresión, es el de fotocomposición el más integrado, seguido de la fotomecánica. Dentro de los procesos de impresión, la mitad de las empresas se dedican a la tipografía y el offset, un 25% a la impresión digital, un 22% a la flexografía y un 19% a la litografía. No obstante, la proporción de compañías que se dedican a la serigrafía, tampografía, calcografía o huecograbado es bastante más reducida.

Por lo que se refiere a la postimpresión, el encuadernado lo realizan algo más de la quinta parte de las empresas; y los principales procesos subcontratados por el sector, sobre todo porque las empresas no disponen de los equipos adecuados, son los de acabados especiales, fotomecánica y los troquelados.

>> 6.3. Descripción del proceso

De forma resumida, las principales etapas del proceso de artes gráficas son²:



1. **Almacenamiento de materias primas:** material de imprenta, tinta de impresión, clichés, productos de limpieza y productos finales.

2. **Fotomecánica:** El cometido de la fotomecánica es producir una transmisión fiel de los fragmentos de imágenes y texto que se encuentran en papel o película. Para ello, se genera un positivo o un negativo, por medios fotográficos, que sirve de base para la fabricación de las planchas de impresión.

3. **Fabricación de planchas de impresión:** En el proceso de impresión en offset, la transmisión del color y las zonas no impresas de la plancha (normalmente de aluminio) se encuentran en el mismo plano. A través de diferentes procesos (proceso de diazono, fotopolimerización, proceso de transferencia de las sales de plata) se preparan tanto las zonas que se van a imprimir como las que no. Las zonas a imprimir se vuelven hidrófobas, lo que quiere decir que retienen la tinta. Las zonas que no se van a imprimir se vuelven hidrófilas, lo que quiere decir que repelen la tinta. Las planchas ya terminadas se revisten de goma a fin de evitar que la superficie se oxide. Este revestimiento protector se quita con agua antes de imprimir. El revelado de las planchas se efectúa en máquinas reveladoras.

En el proceso de impresión tipográfica las zonas a imprimir de la plancha están en un plano más alto que las zonas que no se van a imprimir. Las planchas se hacen normalmente de plástico, y se componen de capas de polímeros solubles, que se aplican a un material base de acero o aluminio. La exposición de la plancha origina la polimerización y el endurecimiento de las zonas respectivas. Las zonas no expuestas siguen siendo solubles y se las retira lavándolas. Como productos de lavado se utilizan disolventes orgánicos, mezclas de alcohol y agua o simplemente agua. Además del plástico, también se emplean planchas galvanoplásticas y bloques metálicos.



Para la impresión en huecograbado las zonas a imprimir son hendiduras en el cilindro. Retienen la tinta y lo transmiten al objeto de impresión. Estas hendiduras se crean normalmente mediante grabado. La plancha de impresión o forma se compone de un cilindro de acero con una capa de cobre que se le aplica por procedimiento galvánico. Después de grabar la hendidura, la plancha de impresión se galvaniza con cromo. Las empresas de artes gráficas que trabajan el huecograbado normalmente, dejan que sean otras empresas, especializadas en galvanización, las que les produzcan las planchas de impresión.

En la serigrafía, la plancha es una pantalla de fibras sintéticas o una trama metálica de alambre. Las zonas no imprimibles se hacen impermeables a la tinta, mediante un recubrimiento (plantillaje). La plantilla se puede realizar a mano o fotoquímicamente. A su vez, el proceso fotoquímico se puede dividir entre directo e indirecto. En el procedimiento directo se aplica a la trama una emulsión fotosensible (compuesto de diazono). Cuando la emulsión ya está seca, se expone a rayos ultravioleta

²Informe medioambiental del sector de Artes Gráficas. 1998. Fundación Entorno, Empresa y Medio Ambiente

a través de una plantilla. La emulsión de las zonas no expuestas se elimina lavando con agua y por tanto aquellas se vuelven impermeables a la tinta. Mediante el procedimiento indirecto la transmisión se verifica por contacto con una película ya revelada y que lleva la emulsión (de compuestos de diazono o cromo), a modo de plantilla final. Cuando ésta se seca se retira la lámina que portaba la emulsión.

4. Impresión:

Impresión en offset: La plancha de impresión ya preparada (con zonas hidrófobas e hidrófilas) se humedece con una solución antes de aplicarle la tinta. Sólo las partes hidrófobas retienen la tinta. La impresión tiene lugar de manera indirecta a través de un cilindro recubierto con caucho que transfiere la tinta de la plancha al material sobre el que se imprime. Se añade alcohol isopropílico a la solución humedecedora (10–15%) para mejorar su capacidad humectante. Con ello también se evita que la solución humedecedora se contamine con la tinta.

Impresión tipográfica: En tipografía el área a imprimir sobresale en relieve por encima del área circundante, no imprimible. La tinta se aplica a las áreas a imprimir con un rodillo, y se transfiere al papel mediante presión. Hay tres tipos fundamentales de máquinas para tipografía: la minerva, la planocilíndrica y la rotativa. Los procesos difieren en el modo en que el papel se pone en contacto con la tinta. La impresión flexográfica se basa en la tipografía. Sobre todo se utilizan rotativas cilíndricas. En este caso, el cilindro de impresión está recubierto por una camisa de caucho.

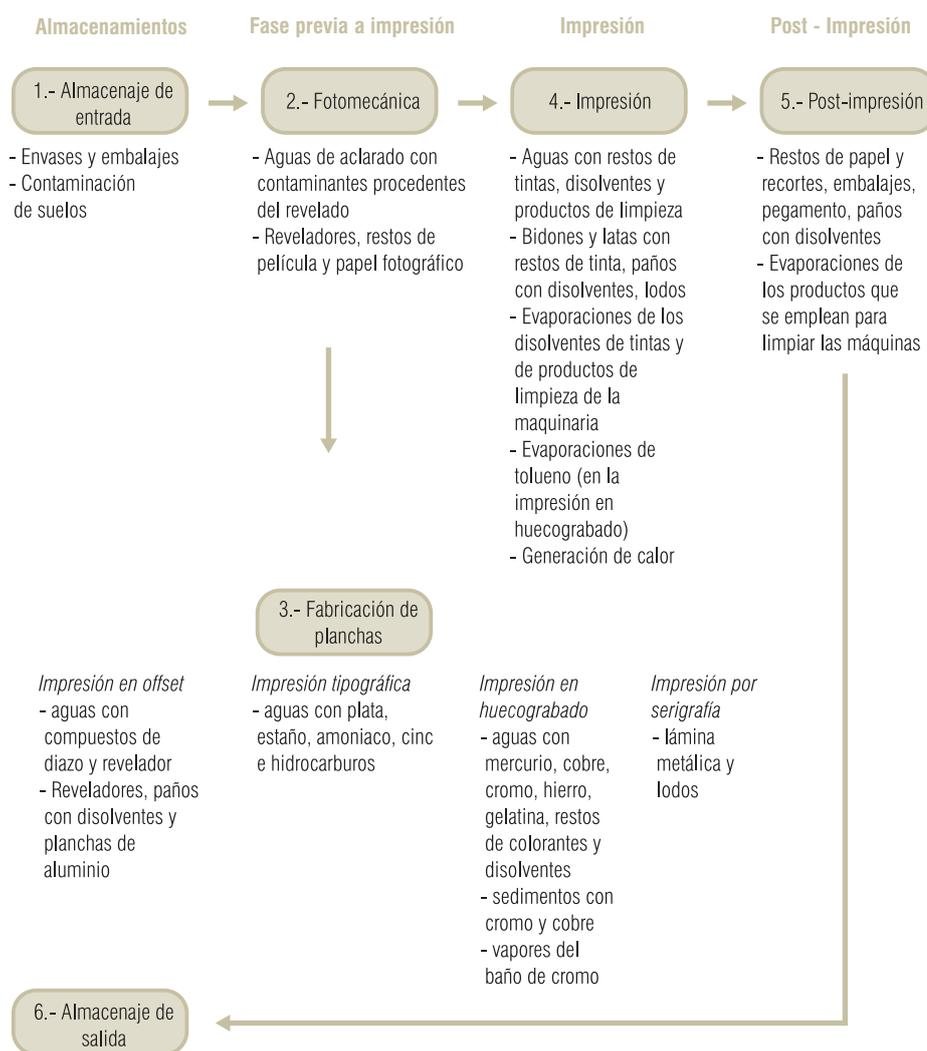
Impresión en huecograbado: Para imprimir en huecograbado la tinta tiene que pasar de las hendiduras del cilindro al material sobre el que se imprime. Para alcanzar una alta velocidad de impresión es importante que el proceso de secado sea rápido. La tinta de huecograbado contiene, por consiguiente, un alto porcentaje de disolventes (normalmente tolueno). El calor evapora completamente los disolventes.

Serigrafía: La serigrafía se puede dividir en tres etapas: impresión, secado y limpieza de pantalla. Se hace pasar la tinta a través de una fina pantalla directamente a la superficie del material a imprimir. La tinta seca se endurece. Las máquinas automáticas de serigrafía calientan el aire para que el proceso de secado sea más rápido. Cuando termina el proceso de impresión, se limpian las pantallas y el revestimiento se elimina con productos de limpieza que contienen disolventes. Las máquinas de serigrafía se dividen en cilíndricas y planocilíndricas.

5. Post- impresión: El material impreso, normalmente, pasa por una post-impresión (cortado, plegado, encolado, cosido, encuadernado) y luego es embalado.

>> 6.4. Aspectos medioambientales del sector

En el siguiente gráfico se muestran los principales aspectos medioambientales del sector de artes gráficas, asociados a las principales etapas del proceso productivo.



Fuente: Informe Medioambiental del Sector Artes Gráficas. 1998. Fundación Entorno

>> 6.5. Experiencias de éxito relevantes para el sector

Las medidas ecoeficientes recogidas en las experiencias de éxito están enfocadas mayoritariamente a reducir la liberación de contaminación al medio ambiente derivada de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles, la minimización de residuos y el reaprovechamiento de materias primas y auxiliares.

6.5.1. Minimización del consumo de acetato de etilo en procesos de limpieza mediante recuperación

Huecopack, S.A. es una empresa dedicada a la impresión en huecograbado y a la laminación de materiales flexibles utilizados en la fabricación de envases.

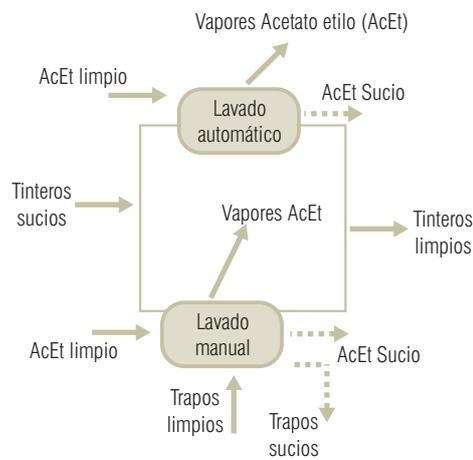
Los productos impresos y fabricados están destinados básicamente a la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética, tanto para máquinas envasadoras horizontales como verticales.

Utiliza y transforma polipropileno transparentes, metalizados, blancos, nacarados y cast, papeles diversos (estucados, celulosa, etc...), poliésteres transparentes, metalizados y saranizados, poliamidas, poliestirenos, polietileno transparentes, pelables y blancos, aluminios, celofanes y materiales para termoformación.

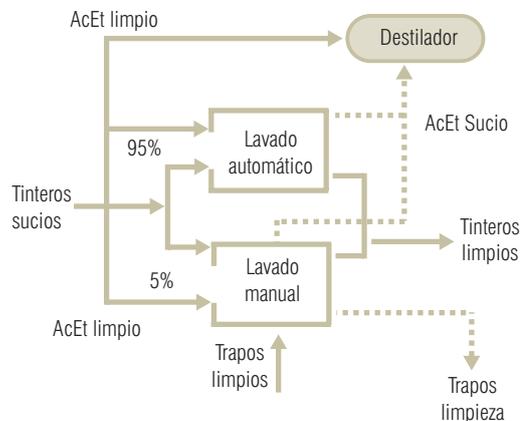
Descripción del proceso

Disponen de máquinas de huecograbado con posibilidad de imprimir a ocho colores, máquinas de laminación con y sin solventes, y posibilidades de aplicaciones de barnices especiales.

El proceso productivo de HUECOPACK consta de una fase de impresión en el que el soporte para imprimir se hace circular a través de los diferentes cuerpos (cada cuerpo de un color) que componen la máquina de imprimir. A continuación, se pasa a la fase de laminación, que consiste en enganchar este soporte impreso a las otras capas de material necesarias para conformar el envase definitivo. Por último, se procede a su bobinado, en el que se prepara el material para ser embalado y entregado al cliente. Las operaciones de limpieza de tinteros y de las otras partes de las máquinas de impresión se realizan en un túnel automático por aspersión de acetato de etilo, sin recuperación de gases ni posibilidad de recuperar el disolvente bruto, y también de forma manual, con cepillos y paños.



El principal aspecto del proceso sobre el que HUECOPACK podía incidir para mejorarlo estaba relacionado con el importante consumo de acetato de etilo, el único disolvente que se usa en todo el proceso productivo, tanto en la fase de preparación de tintes como en la limpieza de tinteros. Los factores que impulsaron a la empresa a aplicar un programa de minimización fueron las previsibles variaciones reglamentarias respecto a los compuestos orgánicos volátiles, la presencia de acetato de etilo en la atmósfera de trabajo, el deseo de buscar alternativas que redujesen los riesgos potenciales de la manipulación del disolvente y también la posibilidad de reducir su consumo.



Entre otras alternativas de prevención en origen de la contaminación, se proponía la instalación de un túnel de lavado automático (con mayor capacidad del que tenían) de tinteros, depósitos y otros, junto con un destilador, para recuperar el disolvente usado en la limpieza.

En líneas generales, el túnel de lavado consiste en un cuerpo compacto en el que se introducen de forma manual las piezas a lavar, que quedan depositadas sobre unas guías que permitirán el movimiento de la pieza para que el lavado sea más eficaz. El disolvente para la limpieza se suministra mediante una tubería y llega a unos aspersores que serán los encargados de su distribución.

El túnel de lavado contiene, en su parte superior, un sistema Venturi con torre de absorción incorporado, un recuperador de gases y una torre de refrigeración, donde se condensan los vapores de acetato de etilo. Mediante un colector se retorna este disolvente al túnel de lavado. El disolvente bruto es conducido directamente por medio de la tubería al destilador, en el que será recuperado para volver a usarlo posteriormente en la limpieza.

Indicadores de ecoeficiencia

Indicador	Situación actual	Situación anterior	Mejora
Consumo de acetato de etilo	20.833 l/año	83.330 l/año	Disminución de 62.497 l/año
Gestión de acetato de etilo bruto	4.139 l/año	16.556 l/año	Disminución de 12.417 l/año
Generación de paños de limpieza	3.630 unidades/año	14.520 unidades/año	10.890 unidades/año
Generación de fangos de destilación	10 t/año	0	Aumento de 10 t/año

Beneficios medioambientales

La implantación de un sistema de lavado automático con capacidad suficiente para sus necesidades ha supuesto un ahorro de aproximadamente el 75% en disolvente. Esta reducción se debe a la disminución de las emisiones de acetato de etilo a la atmósfera, una utilización racional durante la limpieza y la reutilización del acetato que sale del destilador.

Beneficios económicos

Balance económico	Antiguo proceso	Nuevo proceso
Coste de compra de acetato de etilo	74.997 €/ año	18.749,7 €/ año
Coste de gestión de solvente bruto	12.913,7 €/ año	3.228,42 €/ año
Coste de gestión de los paños de limpieza	11.325,6 €/ año	2.831,4 €/ año
Coste de gestión de los fagos	0	9.000,0 €/ año

Ahorros	
Ahorro en la compra de acetato de etilo	56.247,3 €/año
Ahorro en la gestión del solvente crudo	9.685,3 €/año
Ahorro en la gestión de paños	8.494,2 €/año
Ahorro total	65.426,8 €/año
Inversión	86.100 €
Retorno de la inversión	1,1 años

Para más información sobre esta experiencia, consultar: Centro para la Empresa y el Medio Ambiente: www.cema-sa.org

6.5.2. Reducción de residuos en el almacenamiento de materias primas

La empresa LA VANGUARDIA EDICIONES, S.L. se dedica a la edición de prensa diaria. Cuenta con diversas máquinas rotativas de offset para la impresión de periódicos. Las rotativas trabajan con distintos colores cuyo suministro se realizaba mediante un sistema de bombeo semiautomático a partir de bidones de 200 litros. El hecho de disponer de un sistema de suministro de tintas basado en bidones, provocaba la generación de residuos de envases que había que gestionar a través de gestor autorizado e implicaba la pérdida de las tintas que se adquirían al quedarse en los residuos de envases.

Los motivos que condujeron a la empresa a realizar la actuación que más adelante se describe fueron la posibilidad de reducir la generación de residuos de envases, evitar pérdidas de tintas con los envases gestionados y mejorar el sistema de almacenamiento de tintas y la dosificación en rotativas.

Actuación emprendida

La empresa instaló un sistema que permite la dosificación automática de las diferentes tintas a partir de contenedores fijos de 1.500 kg. De esta forma las tintas se dosifican directamente a la rotativa desde los bidones mediante un sistema de bombas y conducciones controlado por ordenador.

Los contenedores fijos en donde se almacenan las tintas son alimentados por unos depósitos móviles que son devueltos al proveedor para su relleno.

Indicadores medioambientales

Balance de materia	Situación anterior	Situación actual	Mejora
Aprovechamiento de tintas	98%	100%	2%
Generación de residuos de bidones	500 unidades/año	0 unidades/año	500 unidades/año

Beneficios medioambientales

Con esta actuación, la empresa consiguió reducir la generación de residuos de bidones de tintas en un 100%, además de eliminar las pérdidas de tintas que quedaban en ellos (2-3% del total).

Balance económico	Antiguo proceso	Nuevo proceso
Aprovechamiento de tintas	0 €/año	-10.800 €/ año
Generación de residuos de bidones	1.500 €/año	0 €/ año

Ahorro en dedicación de personal	22.592,52 €/año
Ahorro total	34.892,52 €/año
Inversión	193.029,07 €/año
Retorno de la inversión	5,5 años

Para más información sobre esta experiencia, consultar: Centro para la Empresa y el Medio Ambiente: www.cema-sa.org

6.5.3. Sistema de limpieza de humidificadores por agua a presión

The Printing Office (TPO) es una mediana empresa especializada en la impresión de pequeños trabajos, rápidos y de gran calidad.

Una de las mayores problemáticas del sector de artes gráficas es el uso de disolventes, tanto desde el punto de vista de la salud laboral como ambiental. Por este motivo, la empresa TPO decidió implantar un nuevo sistema de limpieza.

La impresión offset requiere de un sistema humectante consistente en tres rodillos recubiertos que transfieren a la placa de impresión una fina película. Las cubiertas de los rodillos van impregnándose de tinta durante la impresión, por lo que requieren una limpieza periódica.

El proceso de limpieza que se utilizaba era muy lento y consistía en la limpieza manual de los humidificadores, mediante la pulverización de disolventes. Todo ello provocaba pérdidas de productividad, ya que la impresora debía estar parada, y un consumo excesivo de agua (200 litros por lavado). A continuación, los rodillos tenían que ser escurridos para eliminar el exceso de agua.

Nuevo proceso

En 1998, la empresa probó un nuevo sistema de limpieza por agua a presión, la cual, tras pasar por un sistema de filtrado, podía ser reutilizada. Además, la presión provocaba el giro de los rodillos, fuerza centrífuga que permitía secar las cubiertas.

Con este nuevo proceso se logró usar tan solo 6 litros de agua a la semana, además de reducir el tiempo de limpieza de 10 a 2 minutos, lo que permitía aumentar la frecuencia de lavado para garantizar la calidad del producto final.

Indicadores medioambientales

Indicador	Situación anterior	Situación actual
Uso de agua de limpieza	200 l/lavado	6 l/semana

Beneficio medioambientales

Con la implantación de este sistema de lavado, TPO redujo el consumo de disolvente y por tanto las emisiones por evaporación (mejor ambiente de trabajo), redujo el consumo de agua de forma drástica y aumentó el tiempo de vida de los humidificadores, disminuyendo de esta forma la cantidad de residuos generados.

Beneficios económicos

La reducción de consumos (disolventes, agua y humidificadores) junto con la de generación de residuos (humidificadores agotados) y la optimización de los tiempos y la calidad de limpieza (aumento de productividad y calidad de impresión) provocaron un ahorro de 31.820 dólares anuales (27.669,56 €), además de 285.000 litros de agua (cifras correspondientes a la limpieza de 6 rodillos tres veces al día).

Inversión	3.750 dólares (3.260,87 €)
Retorno de la inversión	1,3 meses

Para más información sobre esta experiencia, consultar : Environment Australia.
www.environet.es.gov.av

>> 6.6. Proyecto de implantación de una mejora de ecoeficiencia en Murcia: El caso Bo Impresores



Descripción del proceso



Bo Impresores (nombre comercial de Artes Gráficas Mariano Bo) es una empresa de capital español dedicada a la impresión gráfica, con más de 50 años de experiencia. Se ocupa de la comunicación a nivel gráfico de sus clientes, procediendo al diseño, impresión y creación de libros, revistas, catálogos en color, cartas, talonarios, sobres, bolsas, etc.

Bo impresores recientemente ha trasladado sus instalaciones desde el centro de la ciudad de Murcia a una nave situada en el Polígono Industrial de una de sus pedanías.

La nave, de geometría rectangular, está construida en una parcela con una superficie aproximada de 350 m², siendo la superficie total construida de 347,18 m² en planta baja y 118,90 m² en planta primera.

Aprovechando el cambio de ubicación, Bo Impresores tuvo en cuenta una serie de medidas ecoeficientes en el diseño y construcción de la nave, como la utilización de aislantes térmicos interiores y exteriores o la instalación de un sistema de climatización autorregulable en función de la temperatura exterior.

Su facturación en el año 2002 ascendió a 350.000 euros. La plantilla es de nueve trabajadores, cuyo horario de trabajo es de 8 horas diarias, cinco días a la semana.

Las principales actividades desarrolladas en Bo Impresores son las siguientes:

- ▶ Impresión de textos o imágenes por cualquier sistema o procedimiento tales como tipografía, offset, huecograbado, serigrafía, flexografía, litografía, calcografía y estampación en relieve.
- ▶ Reproducción de texto o imágenes por multicopistas (de stencil o de plancha), fotocopias por procedimientos fotográficos o electrostáticos, sistemas de reproducción de planos, etc.
- ▶ Industrias auxiliares complementarias tales como esterotipia, galvanotipia y galvanoplástica, fabricados de goma y caucho, fabricación de rodillos y vulcanizados y otros elementos destinados a procedimiento de impresión.
- ▶ Encuadernación por medios mecánicos y automatizados.

En general, el proceso productivo de Bo Impresores se divide en las siguientes etapas:

▶ Pre-impresión

Una vez que el cliente ha dado el visto bueno al diseño, la realización de la filmación se encarga a una empresa externa. En el laboratorio se llevan a cabo los procesos de insolación y de pasado de plancha, el grabado del fichero digital en soporte informático y el archivo de la filmación o trabajo.

En el caso de trabajos que ya han sido desarrollados anteriormente por Bo Impresores (o cuando el diseño del producto ya es entregado por el cliente), se busca el archivo informático que contiene el diseño del trabajo y se contrata de nuevo la filmación externamente. En Bo Impresores se llevan a cabo los procesos de insolación y pasado de planchas en el laboratorio, la reenumeración y el archivo de documentos, de igual forma que en el caso de los nuevos trabajos.

▶ Coordinación

En esta etapa se realiza la gestión del pedido informáticamente. Comprende el presupuesto previo, la gestión del consumo de materiales, el control del almacén y la coordinación de los procesos gráficos.

► Impresión

Se prepara el material a cortar y se realiza la impresión usando máquinas de offset o digitales. Todo el proceso se controla a través del sistema FOGRA/UGRA.

► Post- impresión

En esta etapa se realizan las labores de alzado, pegado, plastificado, grapado, etc, mediante la utilización de máquinas auxiliares. En ocasiones, parte de estos trabajos se contratan externamente.

Aspectos medioambientales del proceso

Los principales aspectos medioambientales de la empresa, asociados a cada una de las partes del proceso, son los siguientes:

Parte del proceso	Aspectos medioambientales
Almacenamiento de materiales	Generación de residuos de envases y embalajes.
Preimpresión	<p>Consumos de recursos, materias primas y auxiliares: papel, regenerador, revelador, planchas, lejía (para la limpieza de la reveladora), película fotográfica, energía eléctrica procedente de la red, agua procedente de la red de abastecimiento municipal.</p> <p>Vertido de aguas residuales: aguas de aclarado con contaminantes procedentes del revelado.</p> <p>Generación de residuos: regenerador; revelador; envases de regenerador, revelador y lejía; planchas; restos de película fotográfica.</p>
Impresión	<p>Consumos de recursos, materias primas y auxiliares: tintas, producto de limpieza de las máquinas, alcohol isopropílico, aditivo (añadido al agua de la máquina de impresión, junto con el alcohol isopropílico), papel, aceite hidráulico, limpiasalpicaderos (aerosoles), energía eléctrica procedente de la red, agua procedente de la red de abastecimiento municipal.</p> <p>Vertido de aguas residuales: aguas de aclarado con restos de tintas, disolventes, aditivos y productos de limpieza.</p> <p>Generación de residuos: envases que han contenido tintas, alcohol isopropílico, aditivos, productos de limpieza de las máquinas, aceite hidráulico y aerosoles; papeles o trapos con disolventes, tintas o aceites; restos sólidos de los productos de limpieza de las máquinas de impresión; restos sólidos procedentes de la decantación de las aguas residuales en los tres estanques.</p> <p>Contaminación atmosférica: emisión a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles procedentes de la evaporación de los disolventes de tintas y de alcohol isopropílico.</p>
Post-impresión	<p>Consumo de recursos, materias primas y auxiliares: embalajes, energía eléctrica procedente de la red, agua procedente de la red de abastecimiento municipal.</p> <p>Generación de residuos: restos de papel y recortes, embalajes, pegamento; papeles y trapos con aceites o disolventes.</p>
General (oficinas, climatización)	<p>Consumos de recursos, materias primas y auxiliares: energía eléctrica procedente de la red, agua procedente de la red de abastecimiento municipal, papel.</p> <p>Vertido de aguas residuales: aguas residuales procedentes de los sanitarios.</p>

Situación de partida



Actualmente las instalaciones de Bo Impresores utilizan como única fuente de energía la electricidad procedente de la red. Los principales equipos e instalaciones que consumen energía eléctrica son:

- ▶ Sistema de acondicionamiento de aire en taller.
- ▶ Acondicionadores de aire en las oficinas.
- ▶ Iluminación.
- ▶ Ordenadores e impresoras.
- ▶ Maquinaria de proceso (máquinas de impresión, guillotina, riso, duplo alzadora, taladradora, procesadora, insoladota, italbidipack y printmaster).
- ▶ Termos de agua caliente sanitaria.

El consumo de energía eléctrica en las oficinas se ha estimado en 13.000 kWh anuales.

Mejora adoptada

La solución adoptada es un sistema de energía solar fotovoltaica de conexión a red, con el que se pretende la producción de electricidad para su posterior inyección y venta a la red de distribución.

La potencia en convertidores que se pretende instalar es de 5.000 W, contando el campo solar con una potencia ligeramente superior.

El sistema a instalar está compuesto por el campo solar, el convertidor cc/ca de conexión a red y la estructura, así como las conexiones y los equipos de interconexión a red.

Convertidor cc/ca de conexión a red

El modelo elegido es el Ingecon Sum 5 de la empresa Ingeteam. Tiene una potencia de 5.000 W.

Número de paneles

El campo solar básico para el convertidor, formado con módulos Isofotón del modelo I-100/12, es de 15 unidades en serie y 4 en paralelos, alcanzando una potencia pico de 6.000 W.

Estructura

Los módulos del campo solar se instalarán sobre una estructura realizada en perfiles de acero galvanizado con tornillería de acero inoxidable. Irá situada sobre el suelo o tejado de la nave, con una inclinación de 30° sobre la horizontal y una orientación de 180°.

Instalación

El alcance de la instalación es el comprendido por el montaje y puesta a punto del sistema de energía solar fotovoltaica, así como su conexión a la red.

Toda la instalación eléctrica se realizará de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y con las Normativas Nacionales, Autonómicas y Locales que sean de aplicación.

Indicadores de ecoeficiencia

Los indicadores de ecoeficiencia, tanto los asociados al nuevo servicio (instalación de producción de energía eléctrica de origen solar fotovoltaico) como a la situación actual, son:

Indicador	Unidad	Valor inicial	Valor final	Diferencia
Consumo de energía eléctrica en oficinas	kWh/facturación	0,041	0,041	0
Coste del consumo de energía eléctrica en oficinas	€/facturación	0,003	0,003	0
Producción de energía eléctrica a través de paneles solares	kWh/facturación	0	0,03	0,03
Ingresos por venta de energía eléctrica producida mediante paneles solares	€/año	0	3.855,66	3.855,66
Ingresos por venta de energía eléctrica producida mediante paneles solares	€/facturación	0	0,01	0,01

Beneficios económicos

Balance económico del Proyecto

La inversión necesaria para realizar la mejora propuesta asciende a 58.599,26 €. Los gastos anuales de mantenimiento, considerando un 2% de la inversión inicial en equipos mecánicos y un 0,5% de la inversión inicial en obra civil ascienden a la cantidad de 1.000 €.

Los gastos de personal para realizar las operaciones sistemáticas de mantenimiento ascienden a 90 €/año.

La mejora propuesta supone unos ingresos anuales motivados por la venta de energía eléctrica de 3.855,66 €/año.

Los criterios aplicados para valorar la rentabilidad de la inversión han sido el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR). Se ha considerado a su vez un interés bancario del 5% (constante a lo largo del tiempo) para comprobar las ganancias que el dinero invertido generaría con dicho tipo de interés.

El valor obtenido para el VAN ha sido de -7.724 €. Su valor negativo refleja la no viabilidad de la inversión.

La Tasa Interna de Rentabilidad resultante es del 4,08%. Como se ha supuesto un interés del 5%, indica que la inversión produce un interés menor al que se obtendría en cualquier entidad financiera, y por tanto, no es rentable.

El periodo de retorno de la inversión necesaria desarrollar el proyecto es de 21,19 años.

No obstante, a la hora de decidir acerca de la realización del proyecto, es necesario tener en cuenta, además de la rentabilidad de la inversión a corto plazo, los beneficios medioambientales que se obtienen con su implantación, ya que se consigue una elevada reducción en el consumo de energía eléctrica y por tanto, en función de la forma de generación de dicha energía, en el consumo de recursos no renovables y en las emisiones de contaminantes a la atmósfera.

Beneficios medioambientales

La mejora proyectada supone la producción de 9.886,30 kWh de energía eléctrica por medio de energía solar (energía renovable). La sustitución de la fuente de producción de energía eléctrica (convencional a renovable) supone una notable mejora medioambiental, debido a la reducción del consumo de recursos no renovables y de la emisión de contaminantes a la atmósfera (por ejemplo se dejan de emitir en torno a 5.392 kg de CO₂/ año).

Ventajas del Proyecto

En resumen, las ventajas de la mejora proyectada son:

- ▶ Producción de energía eléctrica por medio de fuentes renovables (solar).
- ▶ Ingresos de explotación para la empresa del orden de 3.855,66 €/año.
- ▶ Bajo coste de mantenimiento de las instalaciones proyectadas.
- ▶ Larga vida útil de las instalaciones (50 años)
- ▶ Reducción de las emisiones a la atmósfera de CO₂, SO₂ y NO_x, gases causantes del efecto invernadero y la lluvia ácida.

7<

Referentes para la calidad ambiental y
la ecoeficiencia del Sector de
la Industria en Murcia

Fabricación y formulación de productos de limpieza



7. Productos de limpieza

>> 7.1. Introducción al sector

La industria de la fabricación y formulación de productos de limpieza es una actividad incluida en la Clasificación Nacional de Actividades Económicas en la clase 24.51 "Fabricación de jabones, detergentes y otros artículos de limpieza y abrillantamiento" dentro del sector de la industria química.

Dentro de la clase 24.51 del CNAE se incluyen:

- ▶ La fabricación de agentes tensioactivos orgánicos
- ▶ La fabricación de jabones, incluidos los de tocador, sólidos o líquidos
- ▶ La fabricación de glicerina
- ▶ La fabricación de preparados tensioactivos
 - Polvos para lavar y detergentes en forma líquida o sólida
 - Preparados para lavavajillas
 - Suavizantes de tejidos
- ▶ La fabricación de productos de limpieza y de abrillantamiento
 - Preparados para perfumar y desodorizar locales
 - Ceras artificiales y ceras preparadas
 - Lustres y cremas para cuero, madera, carrocerías, cristales, metales, etc.

Según datos del Directorio Central de Empresas (DIRCE), en el año 2002, 1.399 empresas pertenecían al grupo 24.5 del CNAE "Fabricación de jabones, detergentes y otros artículos de limpieza y abrillantamiento. Fabricación de perfumes y productos de belleza e higiene".

El sector de fabricación de productos de limpieza en España

	Empresas		Locales	
	Número	%	Número	%
Sin asalariados	367	26,2	407	25,1
De 1 a 5 asalariados	564	40,3	702	43,3
De 6 a 9 asalariados	121	8,6	146	9,0
De 10 a 19 asalariados	154	11,0	168	10,4
De 20 a 49 asalariados	109	7,8	113	7,0
De 50 a 99 asalariados	34	2,4	38	2,3
De 100 a 199 asalariados	19	1,3	22	1,3
De 200 a 499 asalariados	19	1,3	15	0,9
De 500 o más asalariados	12	0,8	9	0,5
Total	1.399	100	1.620	100

Alrededor del 75% de las empresas españolas del sector tiene menos de 10 empleados

Fuente: DIRCE. INE. 2002

Los datos incluyen la fabricación de perfumes y productos de belleza e higiene

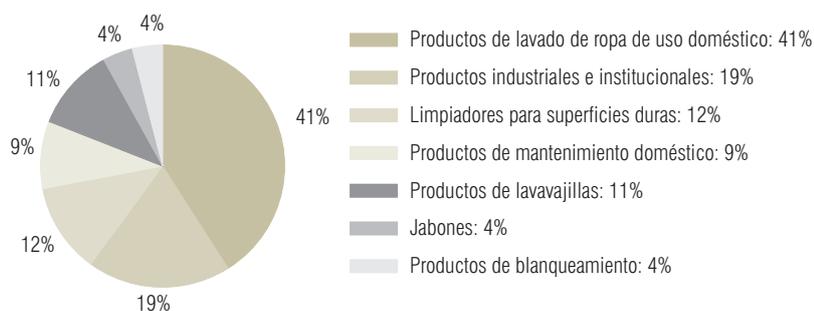
Casi la tercera parte de la producción de la industria química se destina al consumo final, como es el caso de la farmacia, detergentes, perfumería o cosmética.

La industria química a nivel mundial alcanzó en el año 2002 un volumen de negocio cercano a los 2 billones de euros, incrementando su cifra de ventas un 2,3% con respecto a 2001. En lo que respecta a la producción mundial, Europa es el principal productor de productos químicos (la Unión Europea supone el 29% del total mundial), con un 35%, seguida de Asia con un 29%. Estas dos regiones, junto con Estados Unidos engloban el 90% de la producción mundial.

Respecto al volumen de ventas, Estados Unidos factura el 26% del negocio mundial (alrededor de medio billón de euros), ocupando Japón la segunda posición (200.000 millones euros). Alemania, tercer productor a nivel mundial, es el país que acumula mayor facturación de la Unión Europea, generando la cuarta parte de la producción química comunitaria, aunque desde el año 1998 es el país que experimenta un menor crecimiento respecto a sus principales competidores.

Alemania es el mercado más importante de Europa, seguida de Francia, Reino Unido, Italia y España. Estos cinco países representan el 80% del mercado en productos para el hogar.

Distribución de mercado de productos de limpieza. Total A.I.S.E. 2001

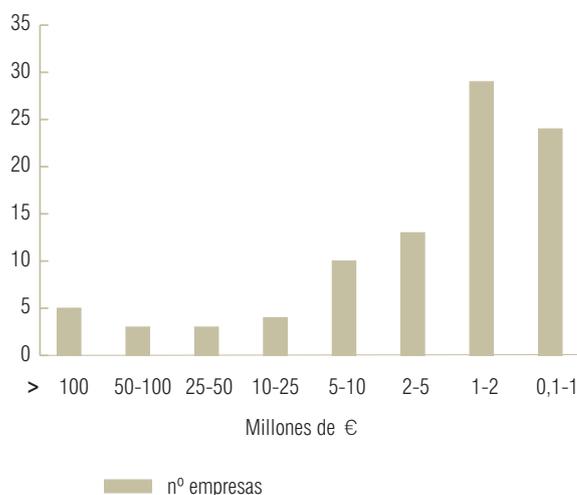


Cuota de Mercado en 2001 de AISE (Asociación Internacional de la Savonnerie, de la Détergence et des Produits d'Entretien).

Características del sector

Con referencia al mercado español, el sector de fabricación de productos de limpieza está compuesto fundamentalmente por PYMES. Según datos de ADELMA (Asociación de Empresas de Detergentes y Productos de Limpieza, Mantenimiento y Afines), que representa un 90-95% del mercado en cuanto a consumo de productos, la distribución en el año 2.002 fue la siguiente:

Distribución de empresas por facturación 2002



La distribución de las diferentes áreas de productos es la siguiente:

Estadísticas de consumo	2001		2002	
	Toneladas	Miles €	Toneladas	Miles €
Detergentes y limpiadores uso doméstico	1.582.006	2.036.852	1.561.850	2.099.385
Limpiadores uso industrial	157.220	208.010	169.790	227.730
Plaguicidas uso profesional	1.450	7.554	1.630	8.388

El mercado europeo de productos de mantenimiento, detergentes y jabones es altamente competitivo y se caracteriza por un fuerte potencial de innovación. La innovación permite a las empresas, grandes y pequeñas, participar en una industria donde las necesidades del consumidor están evolucionando y las oportunidades son crecientes para productos de mercado masivos o nuevos productos que se adapten a los distintos modos de vida y actitudes de los europeos.

Un importante criterio ligado a la innovación de este sector es la evolución del mercado de aparatos eléctricos (lavadoras, lavavajillas, etc), donde los desarrollos tecnológicos requieren una mayor asociación de todas las industrias implicadas.

>> 7.2. El sector en Murcia

En cuanto a la región de Murcia, según el Directorio de Empresas, el tejido empresarial constaba, en el año 2002, de 73 empresas pertenecientes al grupo del CNAE 24.5.

El sector de fabricación de productos de limpieza en Murcia

	Empresas		Locales	
	Número	%	Número	%
Sin asalariados	19	26	21	25,3
De 1 a 5 asalariados	35	48	43	51,8
De 6 a 9 asalariados	7	9,6	6	7,2
De 10 a 19 asalariados	4	5,5	4	4,8
De 20 a 49 asalariados	5	6,8	5	6,0
De 50 a 99 asalariados	2	2,7	2	2,4
De 100 a 199 asalariados	1	1,4	1	1,2
De 200 a 499 asalariados	-	0	-	0
De 500 o más asalariados	-	0	-	0
Total	73	100	82	100

Fuente: DIRCE. INE. 2002

Los datos incluyen la fabricación de perfumes y productos de belleza e higiene

>> 7.3. Proceso productivo

En general, el proceso productivo utilizado en las industrias del sector de fabricación de productos de limpieza se basa en la formulación de los distintos productos a partir de los principios activos y de los distintos componentes y aditivos que intervienen en su composición.

Entre las características destacables del sector se incluyen:

- ▶ La amplia gama de productos fabricados por cada empresa
- ▶ La fabricación por lotes de los distintos productos
- ▶ La programación de la producción en función de la demanda de los clientes.

Los jabones, constituidos básicamente por sales alcalinas de ácidos grasos, se fabrican a partir de grasas y de aceites vegetales y animales, así como a partir de ácidos grasos naturales o artificiales. El proceso consta de las etapas siguientes:

- ▶ Depuración de las grasas
- ▶ Descomposición de las grasas (fabricación de ácidos grasos artificiales)
- ▶ Saponificación

El término "productos detergentes sintéticos" se aplica a una amplia gama de productos de limpieza y lavado que contienen compuestos tensioactivos y otros ingredientes comercializados en polvo o en líquido.

En el mercado se encuentran cuatro tipos de detergentes sintéticos: detergentes aniónicos, que contienen comúnmente como grupos solubles, sulfatos y sulfonatos de sodio; detergentes catiónicos, que son principalmente compuestos cuaternarios de amonio; detergentes no iónicos como los productos de condensación del óxido de etileno con materiales fenólicos o ácidos grasos; y detergentes biológicos, los cuales contienen enzimas para eliminar algunos tipos específicos de manchas de la ropa.

Los detergentes aniónicos y especialmente los sulfonatos, son los que se utilizan más, cuestan poco y son estables en aguas duras. Los detergentes catiónicos poseen las mejores propiedades bactericidas y bacteriostáticas, pero son bastante caros y sólo se usan en instituciones de salud para limpieza de utensilios. Los detergentes no iónicos tienen una aplicación industrial algo mayor que la doméstica. Por último, los detergentes biológicos, a los cuales se les llama así cuando además de contener uno de los tipos de tensioactivos contienen enzimas, con lo cual proporcionan mayores ventajas en el lavado de la ropa, se encuentran muy distribuidos en el mercado.

Composición de los detergentes

Las componentes principales de los detergentes actuales son las siguientes:

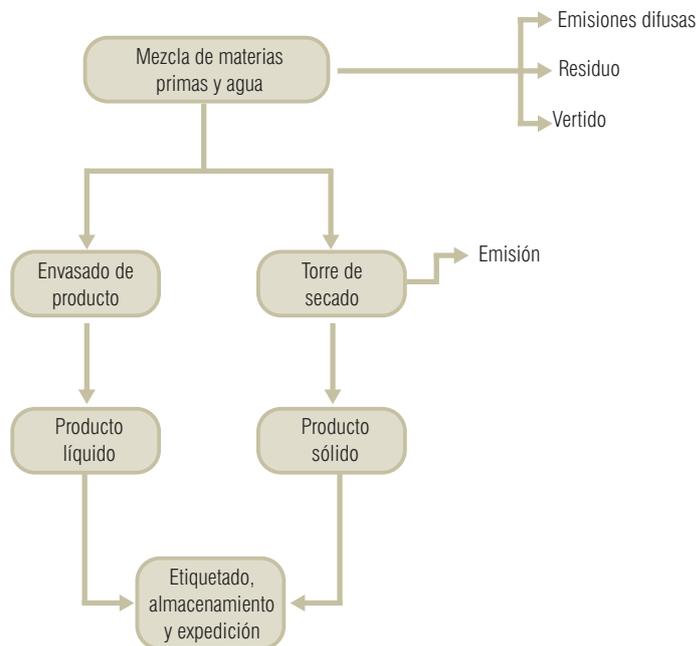
- ▶ TENSIOACTIVOS o surfactantes: constituyen la sustancia detergente propiamente dicha. Según las propiedades químicas, se clasifican en aniónicos, catiónicos, no iónicos y anfóteros (cada tipo tiene propiedades limpiadoras diferentes).
- ▶ POTENCIADORES o constructores: retienen el calcio y el magnesio presente, en el agua y evitan que la suciedad se vuelva a depositar en el tejido.
- ▶ ENZIMAS: rompen las moléculas de las manchas proteínicas (huevo, leche, sangre), para que el agua las pueda disolver.
- ▶ BLANQUEADORES: dejan la ropa más blanca y eliminan las manchas más difíciles.
- ▶ ABRILLANTADORES ÓPTICOS: son sustancias fluorescentes que no se van al aclarar la ropa. Reflejan los rayos ultravioletas del sol, de manera que la ropa parece más blanca de lo que es (de hecho, le dan un tono azulado o verdoso, según la marca). En la ropa de color, los colores quedan más vivos.
- ▶ PERFUMES: dan olor a la ropa.
- ▶ RELLENO: no tiene ninguna función limpiadora, sólo se añade para aumentar el volumen del detergente. Dependiendo de la fórmula, puede representar desde un 5% hasta un 45% del total de materia. Los detergentes concentrados no lo llevan.

¿Qué hay en los detergentes?

Componente	En detergentes convencionales	En detergentes ecológicos
Tensioactivos	Derivados del petróleo. Algunos fabricantes añaden algún jabón	Jabones hechos a partir de aceites vegetales (girasol, colza, coco) y sustancias minerales
Potenciadores	Fosfatos (sobretudo tripolifosfatos), fosfonatos, policarboxilatos o zeolitas	Zeolitas, citrato de sodio, ácido cítrico
Enzimas	Obtenidos por síntesis química o a partir de cultivos bacterianos (pueden ser manipulados genéticamente para que generen más cantidad de enzimas)	Se obtienen de cultivos bacterianos
Blanqueadores	El más usual es el perborato sódico	El más usual es el percarbonato sódico
Abrillantadores ópticos	Derivados del petróleo	No suelen llevar
Perfumes	Derivados del petróleo	Aceites esenciales naturales
Antibacterias	Formulaciones reservadas	No hay
Relleno	Sulfato sódico	No hay

Fuente: Centre de Recerca i Informació en Consum. Revista Opcions

Diagrama del proceso



Fuente: Estudio Medioambiental del Sector Químico. IDEPA. 2002

La mezcla que se realiza de las materias primas y el agua se suele realizar en unos depósitos, que disponen de sistemas de agitación automáticos. Al realizar la limpieza de estas cubas se genera un vertido, que es uno de los aspectos medioambientales más significativos de esta actividad.

>> 7.4. Aspectos medioambientales asociados a las industrias de fabricación de productos de limpieza

A continuación se indican los principales aspectos medioambientales que se producen, diferenciando la fabricación de lejías, jabones y detergentes líquidos y la fabricación de detergentes sólidos:

Fabricación de lejías, jabones y detergentes líquidos

Etapa	Aspecto medioambiental	Características
Mezclado de materias primas y agua	Vertido de aguas residuales de limpieza de tanques de mezclado	Detergentes, cloruros
	Generación de residuos de envases de sustancias empleadas en el proceso	En función de la sustancia que contengan
	Emisiones de vapores de sustancias mezcladas	Emisiones difusas

Fuente: Estudio Medioambiental del Sector Químico. IDEPA. 2002

Fabricación de detergentes sólidos

Etapa	Aspecto medioambiental	Características
Mezclado de materias primas y agua	Vertido de aguas residuales de limpieza de tanques de mezclado.	Detergentes, cloruros
	Generación de residuos de envases de sustancias empleadas en el proceso.	En función de la sustancia que contengan
	Emisiones de vapores de sustancias mezcladas	Emisiones difusas
Torres de secado	Emisiones de gases de combustión	CO, NO _x , SO ₂ e inquemados. Estos parámetros variarán en función del combustible utilizado

Fuente: Estudio Medioambiental del Sector Químico. IDEPA. 2002

Además, durante el funcionamiento de la maquinaria se generan emisiones sonoras que se corresponden de forma general con todas las actividades del proceso productivo.

Dentro de los principales problemas medioambientales causados por los detergentes a lo largo de su ciclo de vida se encuentran los siguientes:

- ▶ Eutrofización: En España, muchos detergentes convencionales utilizan fosfatos, fosfonatos o percarboxilatos como potenciadores. Estas sustancias actúan como fertilizantes de las algas, haciendo que se reproduzcan muy deprisa. La gran cantidad de algas agota el oxígeno del agua, que deja de estar disponible para la fauna acuática (microbios y peces), y genera malos olores. Este fenómeno se llama eutrofización, y ha causado desequilibrios muy graves en varios lagos y ríos. El sustituto más utilizado son las zeolitas (sustancias minerales). Tienen el inconveniente de que no son solubles en el agua, por lo que se acumulan en el fondo de las plantas depuradoras.
- ▶ Espumas: En las plantas de tratamiento de aguas residuales causan problemas de operación, afectan la sedimentación primaria, ya que engloban partículas que hacen que la sedimentación sea más lenta, dificultan la dilución de oxígeno atmosférico en el agua y recubren las superficies de trabajo con sedimentos que contienen altas concentraciones de surfactantes, grasas, proteínas y lodos. En el medio acuático receptor las espumas interfieren en la aireación del medio y en su capacidad de autodepuración.

- ▶ **Antibacterias:** Últimamente muchos detergentes (convencionales) contienen agentes antibacterianos. No tienen ninguna utilidad práctica y en cambio pueden causar problemas a la vida bacteriana acuática. Como los fabricantes mantienen las formulaciones en secreto, es muy difícil saber qué agentes utilizan. Hay un acuerdo industrial para no utilizar triclosan, una sustancia muy problemática.
- ▶ **Blanqueadores:** Pueden estar basados en cloro o en oxígeno. Uno de los principales problemas de la industria del cloro es que genera sustancias organocloradas, como dioxinas y furanos, que causan muchos problemas de salud (disfunciones hormonales, malformaciones en el feto, cáncer) y se acumulan en los tejidos de los seres vivos (no se pueden metabolizar). Actualmente casi no se usan blanqueadores de este tipo para detergentes. Entre los basados en oxígeno, están el perborato y el percarbonato. El perborato tiene el inconveniente de que libera boro al medio (es tóxico para la vida acuática), y que se debe acompañar de una sustancia, el TAED, que se combina con los metales pesados que hay en los fondos fluviales o marinos y los introduce en la cadena trófica. Además, se debe lavar al menos a 60°C para que haga efecto. El percarbonato blanquea a cualquier temperatura y no libera ninguna sustancia tóxica.

>> 7.5. Experiencias de éxito relevantes para el sector

Las medidas ecoeficientes recogidas en las experiencias de éxito están enfocadas a reducir el consumo de agua, materias primas y auxiliares y a reducir la liberación de contaminación al medio ambiente, especialmente la generada por las emisiones atmosféricas, por los vertidos de efluentes líquidos y por los residuos producidos.

7.5.1. Sustitución del componente jabón por un ácido esteárico: LINASA

INDUSTRIA JABONERA LINA, S.A. (LINASA) es una empresa dedicada a la fabricación de jabones, detergentes (en polvo y líquidos) y otros productos de limpieza e higiene personal. Fundada en el año 1955, cuenta con una plantilla media de 200 trabajadores y ocupa una extensión de 100.000 m², de los cuales 60.000 están edificados.

Ubicada geográficamente en el polígono industrial del municipio de Las Torres de Cotillas, a 2 km de su centro urbano y a 19 km de Murcia capital, posee dos centros productivos. Uno de ellos se dedica en exclusiva a la fabricación de jabón en pastillas y en escamas, mientras que el otro está dividido en tres secciones de producción: detergentes en polvo, detergentes líquidos y botellas de plástico.

La empresa cuenta con una capacidad de producción diaria de 250 toneladas de detergentes en polvo y 1.000 toneladas de productos líquidos (suavizantes, lavavajillas, fregasuelos, geles,..), además de fabricar algo más de 50 millones de botellas de plástico para envasar los productos líquidos.

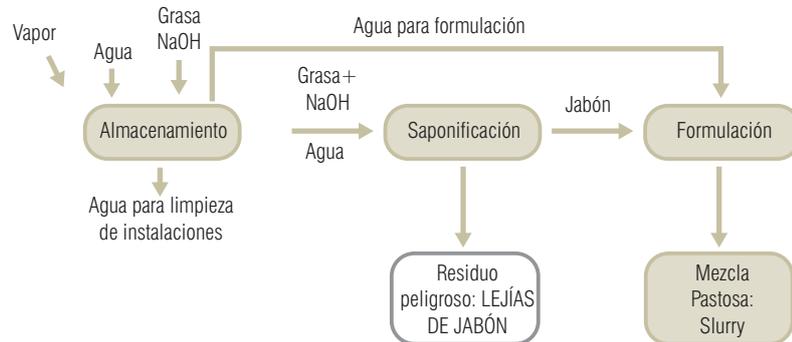
En el año 2002 ha facturado 49 millones de euros, de los cuales el 25% corresponde a sus exportaciones, principalmente al norte de África, Europa del Este, Estados Unidos y Sudamérica.

LINASA tiene certificado por AENOR su Sistema de Gestión Medioambiental de acuerdo a los requisitos de la Norma ISO 14001:1996.

Uno de los principales problemas medioambientales detectados por la empresa era la generación de residuos peligrosos (lejías de jabón) en el proceso de producción de detergentes en polvo.

Debido a la gran cantidad de residuos generados, se estableció como objetivo reducir el volumen de residuos peligrosos generados en dicho proceso

Proceso productivo de detergentes en polvo



La producción en el año 2000 en la sección dedicada a la fabricación de detergentes en polvo fue de 27.663 t, pudiendo llegar a alcanzar las 12 t/hora.

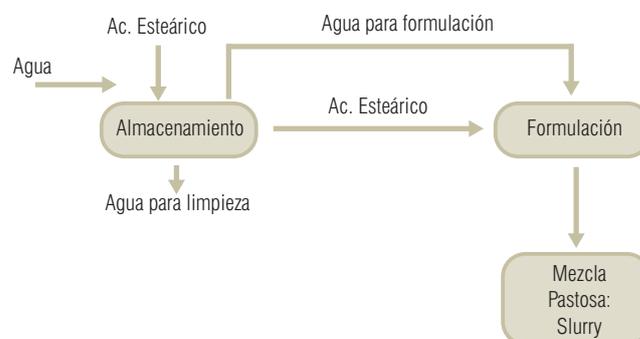
Los indicadores medioambientales derivados del proceso de fabricación eran:

- ▶ Consumo de agua. En el ejercicio de 2.000 se consumió un total de 5.429 m³ de agua procedente de pozo: el 6% para la elaboración del jabón (saponificación), un 5,1% es destinada a la limpieza de las instalaciones y el 88,9% restante para la formulación del slurry
- ▶ Vertido de aguas residuales. El volumen aproximado de este vertido fue en el año 2000 de 280 m³/año
- ▶ Residuos peligrosos. Lejías: 383.914 kg/año
- ▶ Consumo energético año 2000. Energía eléctrica: 6.612.439,7 KWh
- ▶ Consumo de Gas natural: 601.130,8 Nm³

Descripción de la mejora

Tras el análisis del proceso y debido a la gran cantidad de residuo de lejías generado y al elevado coste de su gestión, LINASA se planteó un cambio en la formulación de producto consistente en la sustitución del componente jabón por un ácido esteárico que, almacenado a granel, se dosifique directamente a la formulación sin tratamiento previo alguno.

El diagrama de flujo del nuevo proceso productivo considerando la solución adoptada es el siguiente:



Indicadores de ecoeficiencia

La mejora implantada consigue la eliminación total de los residuos de lejía de jabón

Los indicadores de ecoeficiencia de la mejora implantada son los siguientes:

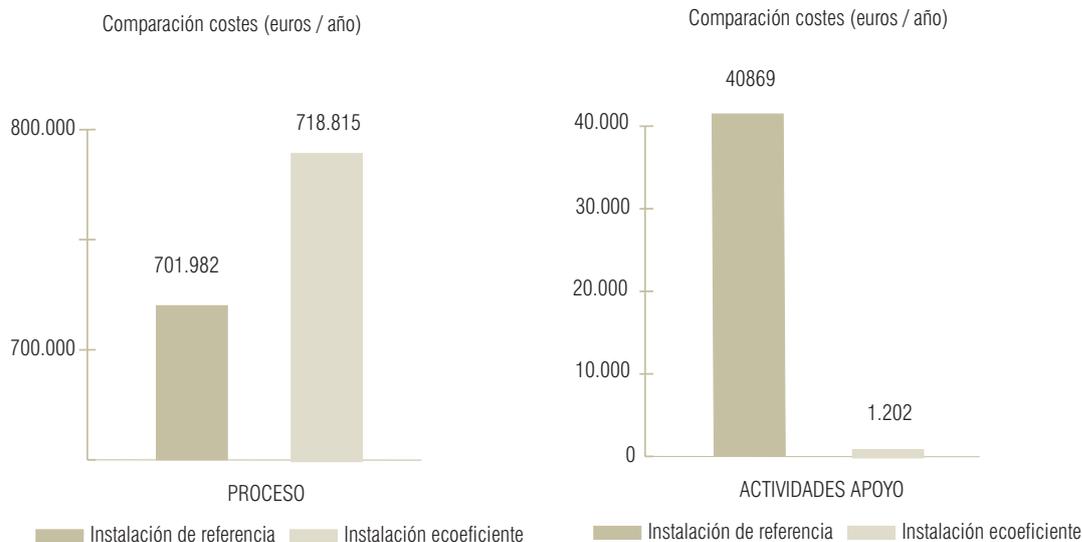
- ▶ Consumo de materias primas: en la situación de referencia se consumía un total de 469.430 kg/año en concepto de sosa, grasas y sebo (no se considera el resto de componentes químicos del slurry, debido a que su consumo no varía en ambos procesos). En la mejora se ha reducido el consumo a 410.116 kg/año de materias primas (ácido esteárico).
- ▶ Consumo de agua: el consumo de agua se ha reducido de 5.430 m³/año a 5.055 m³/año.
- ▶ Consumo de energía: con la mejora se consigue una reducción de la energía consumida en la fase previa del proceso, ya que se elimina el aporte energético necesario para la saponificación. La energía consumida en la etapa de formulación no varía (representa el 99,9% de la energía total consumida en ambas etapas, por lo que en este aspecto la mejora no resulta significativa).
- ▶ Generación de residuos peligrosos: la mejora implantada supone la eliminación del 100% de los residuos peligrosos que se generaban inicialmente, ya que dejan de producirse las lejías de jabón, de características corrosivas.
- ▶ Vertido de aguas residuales: se produce un descenso del volumen de aguas de limpieza, ya que la mayor parte procedían del lavado de las calderas de saponificación y del almacén de materias primas.

Atendiendo a los valores obtenidos de los indicadores se aprecia una disminución del 12,6% del consumo de materias primas y del 7,4% del consumo de agua, respecto al anterior proceso. Asimismo se reduce el volumen de vertidos generados en el proceso en un 87%.

Análisis económico de la mejora

Dado que la mejora planteada no implica cambio de tecnología ni infraestructuras, no ha sido necesario realizar inversiones que den lugar a gastos financieros. Haciendo un balance entre los ahorros y los gastos anuales experimentados con la nueva instalación, se obtienen los siguientes resultados:

	Situación anterior	Situación nueva
Consumo de energía	513.027,418 €	487.011,485 €
Consumo de agua	323,319 €	303,806 €
Depuración y vertido de aguas residuales	290,156 €	238,343 €
Gestión residuos peligrosos	39.225,283 €	-
Mano de obra	23.890,231 €	22.722,765 €
Coste materias primas principales	165.828,862 €	209.511,978 €
Total	742.588,27 €	719.788,38 €



Para más información sobre esta experiencia de éxito consultar: www.linasa.es



La mejora ambiental está enfocada hacia la reducción del consumo de agua principal recurso de los procesos productivos de LINASA.

7.5.2. Minimización y regeneración de las aguas de efluentes: LINASA

LINASA fue premiada por este proyecto por la Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente de la Comunidad de Murcia en sus premios anuales de Medio Ambiente en la modalidad de Eco-eficiencia, correspondiente a la convocatoria del año 2003.

Uno de los centros productivos de LINASA cuenta con tres secciones de producción: detergentes en polvo, detergentes líquidos y botellas de plástico, correspondiendo el 70% de la producción a detergentes líquidos.

En la sección de la empresa en la que se producen, el agua es el principal elemento empleado: como materia prima, formando parte de la formulación del producto, y como líquido de limpieza. Por esto, el mayor consumo de agua de la empresa corresponde a dicha sección y, por tanto, también la mayor generación de aguas residuales se produce en esta sección.

La mejora llevada a cabo consiste en un proceso de gestión de los efluentes líquidos generados como consecuencia de los enjuagues de equipos, maquinaria y recipientes así como de la disolución de sales inorgánicas procedentes de los rechazos en la regeneración de las descalcificadoras, consiguiéndose el "vertido cero" de efluentes líquidos al alcantarillado municipal. El proyecto se puso en marcha en octubre de 2001, y consta de las siguientes actividades:

- ▶ Minimización en origen de aguas residuales de limpieza
- ▶ Regeneración de aguas de limpieza y reutilización de las mismas en los mismos procesos donde se generan
- ▶ Regeneración de aguas de limpieza y reutilización de las mismas en distintos procesos donde se generan
- ▶ Reutilización de condensados de vapor
- ▶ Reutilización de salmueras de descalcificación
- ▶ Valorización de residuos
- ▶ Concentración de residuos

Minimización de los efluentes

Lo primero que se hizo fue segregar las redes internas de alcantarillado, separando por un lado aguas de proceso y por otro aguas sanitarias y pluviales.

Actualmente, las aguas procedentes de enjuagues de equipos de elaboración y las disoluciones salinas procedentes de los equipos de descalcificación se están recogiendo para su recuperación. Las aguas sanitarias y pluviales no se recuperan, ya que tienen su salida independiente de evacuación a la red municipal de saneamiento y se consideran asimilables a urbanas.

Los efluentes de los procesos de elaboración de productos líquidos se recogen en origen y corresponden a aguas del enjuague principal de las partes internas de mezcladores y llenadoras (se recogen en contenedores de 1000 litros).

El agua procedente del enjuague exterior de estos equipos y de los suelos de las líneas de elaboración se intenta recoger también en contenedores. Parte del agua que no puede ser recogida en origen circula a través de la red interna de alcantarillado de aguas de procesos de elaboración hasta dos tanques de homogeneización, de unos 20.000 litros cada uno, donde quedan contenidas.

Los efluentes de fabricación de productos sólidos se recogen primero en un foso, a partir del cual se bombean hacia otro tanque de homogeneización de 17.000 litros.

Todos los efluentes de los procesos de elaboración citados no tienen características de peligrosidad por estar formados por agua (en su mayoría en torno al 98%), restos de producto (clasificados como no peligrosos) y por sales inorgánicas (las procedentes de la disolución salina de los descalcificadores, y por tanto no peligrosas).

Se han elaborado instrucciones de trabajo para el lavado de reactores de formulación de productos líquidos y el lavado de llenadoras de productos líquidos, con las que se ha conseguido disminuir la cantidad del efluente final en un 57%, al mejorarse las prácticas de enjuague de equipos.

Por otro lado, al dejarse de producir agua osmotizada el efluente final se ha reducido en torno al 45%, ya que en su mayoría estaba formado por disoluciones salinas de rechazo. Actualmente el agua osmotizada se compra a la empresa LINASA COGENERACIÓN Y ASOCIADOS, S.L.

Esto supone que el efluente final generado a gestionar internamente mediante su reutilización es de unos 18 m³/día, lo que supone una reducción total respecto a la situación anterior de 83 m³/día, es decir, un 82%.

El efluente final que no se recupera en origen mediante contenedores se recoge en tanques de homogeneización para su reutilización.

Regeneración y reutilización de los efluentes

La reutilización de esta agua se realiza en la formulación de productos sólidos, de manera que el agua necesaria para las distintas fórmulas de detergente en polvo se aporta desde el tanque de homogeneización de 17.000 litros, que a su vez se alimenta tanto del foso colector de aguas residuales de proceso de sólidos como de las aguas procedentes de los dos tanques de homogeneización (de 20.000 litros cada uno) procedentes de los procesos líquidos y de la regeneración de los descalcificadores. De forma diaria, supondría una cantidad de unos 11 m³/día de efluentes utilizados en la formulación de productos sólidos.

En estos tanques de 20.000 litros se homogeneiza todo el efluente a regenerar mediante la agitación con aire. Además, posee un generador de ozono para mantener el agua en condiciones higiénicas.

Concentración por evaporación

Gracias a un equipo que utiliza vapor de agua como fuente de calor se consigue la evaporación del agua contenida en el residuo líquido, pudiendo llevar a éste hasta una humedad menor del 5%.

Las corrientes residuales que se van a minimizar y/o valorizar mediante concentración por evaporación son las siguientes:

1. **Residuos peligrosos de "sub-lejías del jabón"**. Se trata del agua básica glicerínosa que se genera en el proceso de saponificación. Como sub-producto del proceso se obtiene el glicerol. Se generan unos 800.000 kg anuales de este residuos, que son gestionados de forma externa. LINASA con el equipo concentrador por evaporación pretende valorizar este residuo peligroso obteniendo un concentrado de glicerol de un 80% mínimo de riqueza y un agua condensada, que pueden ser utilizados.

2. **Residuos procedentes de materias químicas**, correspondientes a derrames y/o fugas que una vez recogidos no pueden ser utilizados. Se pretende minimizar el residuo mediante la evaporación del agua que contiene, con lo que se consigue una concentración del mismo y, por tanto, un menor volumen de residuo.

3. **Aguas salinas de regeneración de descalcificadoras**, que se reutilizan en el proceso de producción de detergentes en polvo como agua de formulación.

Indicadores de ecoeficiencia

Indicador	Unidad	Valor inicial	
Consumo de agua de red	litros/año	64.522.000	57.609.000
Consumo de agua de pozo	litros/año	33.855.000	19.602.000
Consumo total de agua	litros/año	98.377.000	77.211.000
Consumo total de agua	litros/kg producto	1,311	1,027
Vertido de aguas al alcantarillado	litros/año	101.000	0

Como se observa, la reutilización interna supone una reducción en el consumo anual de agua del 21,7%, pasando a utilizar de 1,3 a 1 litros de agua por 1 kg de producto fabricado.

Tecnología

LINASA no ha implantado una tecnología de nueva invención sino que ha aprovechado la tecnología del sector existente como es el caso de la torre de atomización, y de otros sectores (como es el caso de un equipo de concentración por evaporación utilizado en el sector del vino para la concentración de mostos).

Se ha calculado que el periodo de retorno de la inversión es de 2,41 años.

7.5.3. Mejoras en almacenamiento de materias primas y minimización de residuos.

Instaquim se creó en el año 1990 como empresa distribuidora, creando dos años después DETERVIC con objeto de fabricar productos para los sectores siguientes: industrial, hostelería, oficinas, hospitalario y alimentario. La empresa DETERVIC S.A., se dedica a la fabricación y comercialización de jabones, detergentes y otros productos de limpieza y abrillantado.

Cuenta con 2.500 m² en la instalaciones de producción situadas en la localidad de Vic, alcanzando un volumen de producción promedio de 45.000 kg/día.

Proceso productivo

El proceso productivo de DETERVIC, SA, consiste en la introducción de reactivos químicos a los mezcladores, según la formulación exacta del producto a fabricar, y su agitación de acuerdo al tiempo especificado para cada formulación. Posteriormente, se procede al envasado del producto directamente en los contenedores de suministro.

La recepción de materias primas se hacía utilizando los bidones metálicos de 200 litros, tal como llegaban de su proveedor. Estos bidones metálicos se situaban en estantes dentro de la nave industrial, y hacía falta un traslado de los bidones hasta los mezcladores. Por otro lado, la adición en los reactores y el pesaje de estas materias primas se hacía manualmente.

La elevada producción de bidones vacíos, que crecía de forma proporcional al propio crecimiento de la empresa, y los costes de almacenaje, trasvase y gestión final han sido los factores clave para impulsar a la empresa a llevar a cabo las inversiones. La empresa se encuentra actualmente realizando un diagnóstico ambiental de oportunidades de minimización, en colaboración con el Centro de Iniciativas para la Producción Limpia, para continuar la implantación de otras alternativas de prevención de la contaminación en origen.

Diseño de la mejora

La empresa Detervic, SA, ha llevado a cabo dos actuaciones para mejorar su gestión ambiental y reducir el coste asociado.

El proyecto dividido en dos fases que Detervic, SA, ha implantado, consiste en una modificación de una parte de su proceso industrial.

Una primera fase, finalizada en 1997, consiste en una instalación del sistema de recepción de materias primas, mediante la construcción de 5 depósitos de 25 m³ para cada uno y un sistema automático de dosificación. Los depósitos se han ubicado en el exterior de la nave, lo que permite que los camiones cisterna los carguen directamente sin necesidad de trasvases innecesarios.

En la segunda fase, se ha llevado a cabo una mejora de la instalación por medio de la introducción de un sistema de pesaje y la adaptación de los tanques de mezcla con las correspondientes células de carga y sus protecciones, así como el cambio de determinadas bombas de transporte de producto.

Indicadores de ecoeficiencia

Los indicadores de ecoeficiencia de la mejora realizada se muestran en la siguiente tabla:

Indicador	Situación anterior	Situación actual	
Consumo de materia prima	243 t/año*	528 t/año	-
Generación de bidones que deben ser gestionados	795 u/año	440 u/año	Disminución 45%
Generación de residuos (fugas, derrames, etc.)	n.d.	n.d.	Disminución 5%

* La materia prima en el antiguo proceso se adquiría concentrada en un 50%

La automatización del sistema de recepción, la dosificación de las materias primas y el sistema de pesaje, mediante la instalación de silos y sistemas de dosificación automáticos, han supuesto una reducción de bidones de un 45%, un abaratamiento en la compra de las materias primas y una mejora en el control de variables del proceso.

Justificación económica

Las mejoras realizadas en el sistema de almacenaje de materias primas y minimización de residuos de envases contó con una inversión de 133.083,4 €.

En el proceso antiguo se producían los siguientes gastos:

- ▶ Compra de materia prima: 197.612,78 €
- ▶ Gestión de los bidones: 1.672,32 €.

Con las mejoras implantadas se consigue un ahorro total de 43.731,14 €:

- ▶ Ahorro en la compra de materia prima de 42.984,39 €.
- ▶ Ahorro en la gestión de los bidones de 746,76 €.

Teniendo en cuenta la inversión realizada y los ahorros conseguidos, se ha calculado el periodo de retorno de la inversión en 3 años.

>> 7.6. Proyecto de implantación de una mejora de ecoeficiencia en Murcia: Chubb S.L.



Chubb, S.L., empresa de nacionalidad española ubicada en el municipio de El Palmar (Murcia), está dedicada a la fabricación y comercialización de productos químicos para uso doméstico y bricolaje. Las instalaciones del centro productivo ocupan una superficie de 1.500 m² y dispone de una plantilla de 30 empleados (15 en fabricación). La facturación anual del centro es de 1.500.000 euros.

La empresa, además, está en posesión de la certificación de los sistemas de calidad según norma ISO 9001 y de gestión medioambiental según norma ISO 14001.

En Chubb, S.L. se fabrican 25 tipos de productos, líquidos (como desatascadores, descalcificadores, desengrasantes y limpiadores del hogar) y viscosos (plastres para relleno de paredes y jabones en crema). Las cantidades fabricadas de cada uno de estos productos son las siguientes:

- ▶ Desatascadores: 170 t
- ▶ Detergentes ácidos: 190 t
- ▶ Desengrasantes: 118 t
- ▶ Relleno de paredes: 100 t
- ▶ Otros: 180 t

Para fabricar estos productos se parte de las siguientes materias primas, cuyos consumos en el año 2002 se indican a continuación:

- ▶ Ácidos inorgánicos: 215 t/año
- ▶ Ácidos orgánicos: 1 t/año
- ▶ Tensioactivos No Iónicos: 8 t/año
- ▶ Carbonatos: 9 t/año

El proceso general de fabricación de los productos se puede describir de la siguiente forma:

La factoría dispone de dos líneas de envasado, lo que permite simultanear la fabricación de dos productos distintos.



Las materias primas se reciben en contenedores de 1.000 litros o en bidones de 200 l que se apilan en el almacén hasta el momento de su utilización.

Los distintos productos fabricados se preparan por mezcla de materias primas con agua procedente de la red de abastecimiento público, empleando uno de los dos reactores disponibles en la fábrica.

Una vez efectuada la mezcla, se procede al envasado del producto generado. Cuando se vacía el reactor se procede a su limpieza con agua de la red, operación que origina los principales efluentes de la fábrica.

Los productos que se envasan para su venta al detalle se agrupan en cajas y se almacenan sobre palets para su envío a los clientes.

Los efluentes generados de aguas de limpieza se entregan a un gestor autorizado.

Como dato importante, cabe señalar que del consumo total de agua (913 m³ en 2002), el 90% se utiliza para agregarlo al producto. Del 10% restante, se distribuye un 60% para enjuague y un 40% para baldeo.

Las aguas recogidas de las operaciones de limpieza (enjuague y baldeo) tienen diferente composición y pH según el producto fabricado y podrían ser reutilizadas y adicionadas de nuevo al producto siempre y cuando estuvieran separadas en función del pH.

Por lo tanto, existe la posibilidad de segregar y recoger las aguas procedentes de las operaciones de baldeo para limpieza de las dos líneas de embotellado, lo que haría posible su recuperación y su uso en ciclos de producción posteriores. Esta alternativa está encaminada esencialmente al ahorro de agua consumida en la dosificación de productos y también a reducir los costes por vertido y depuración.

El objetivo del proyecto se centra en el aprovechamiento ecoeficiente del recurso agua

Diseño de la mejora

Las actuaciones propuestas consiguen un ahorro en el consumo de agua y la reducción del caudal de vertido.

La mejora propuesta se centra en la instalación de un sistema de recogida selectiva de las aguas de limpieza de las instalaciones (aguas de baldeo de enjuague de reactores y limpieza de las líneas de embotellado) y su posterior almacenamiento para su reutilización en el proceso de producción.

Puesto que el diseño de la fábrica permite trabajar simultáneamente con productos diferentes, si se quiere reaprovechar el efluente procedente de las aguas de limpieza es necesario establecer un sistema que permita la recogida segregada de las aguas de baldeo procedentes de cada línea de producción.

Actualmente el agua procedente de ambas líneas se recoge en un único depósito de almacenamiento. La mejora consiste en establecer dos redes de recogida de aguas independientes e instalar una nueva cubeta de recogida, complementaria a la existente y un sistema de bombeo del agua de recogida a los depósitos de almacenamiento. Los efluentes se segregarán y almacenarán en depósitos en función de su pH (ácido o alcalino). De estos depósitos, el agua segregada se incorporará nuevamente al proceso de fabricación. Únicamente aquellos efluentes que por su carga contaminante no puedan ser reutilizados en la línea de producción se almacenarán para su posterior entrega a gestor autorizado.

El balance de ecoeficiencia obtenido como resultado de la comparación entre los valores de los indicadores establecidos en origen y los valores de los indicadores calculados con la implantación de la nueva medida, se refleja en la tabla adjunta.

Indicador	Unidad	Valor inicial	Valor final	Diferencia
Cantidad productos fabricados	t/año	758	758	0
Consumo de agua	m ³ /año	913	876,48	36,52
Consumo de agua	m ³ agua consumida/t producto fabricado	1,2	1,16	0,04
Coste del agua	€ /año	21.912	21.035,52	876,48
Coste del agua	€/t producto fabricado	28,91	27,75	1,16

Como se puede observar, la adopción de esta solución no va a suponer un cambio en el volumen de producción, ya que este proyecto sólo va incidir en la reducción del consumo de agua y de sus costes de abastecimiento y gestión.

De esta forma puede apreciarse una reducción en el consumo de agua utilizada en el proceso, pasando de 913 m³/año a 876,48 m³/año. Esta mejora en el aprovechamiento de agua trae consigo también un ahorro económico referente a los costes de suministro de agua.

Justificación económica

La inversión necesaria para realizar la mejora propuesta asciende a 6.843 €.

La mejora supone una reducción de costes para la empresa derivados del menor consumo de agua y de la disminución del volumen del efluente a tratar por gestor. Este ahorro se ha valorado en 876,48 €/año.

A la hora de valorar la rentabilidad de la inversión propuesta, se han aplicado los siguientes criterios:

- ▶ El Valor Actual Neto (VAN)
- ▶ La Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)
- ▶ El Periodo de Retorno de la Inversión

Y se ha considerado un interés bancario del 5%, constante a lo largo del tiempo, para comparar las ganancias que el dinero invertido generaría con dicho tipo de interés.

El valor obtenido para el VAN es de 417 €; su valor positivo es indicativo de la viabilidad de la inversión.

Por otro lado, la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) es del 6,20%. Como se ha supuesto un interés del 5%, indica que la inversión produce un interés mayor al que se obtendría en cualquier entidad financiera, y por tanto, la inversión es rentable.

El plazo en que se recuperaría la inversión necesaria para instalar el sistema de recuperación y reaprovechamiento de las aguas de baldeo es de 7,81 años.

Aunque el periodo de retorno de la inversión es algo elevado, por tratarse de una inversión no muy cuantiosa que reporta una mejora apreciable en el uso y gestión de un recurso natural considerado escaso en la Región de Murcia, como es el agua, se puede considerar que la solución propuesta es suficientemente interesante para ser llevada a cabo.



8 <

Referentes para la calidad ambiental y
la ecoeficiencia del Sector de
la Industria en Murcia

Fabricación y formulación de pinturas y barnices



8. Pinturas y barnices

>> 8.1. Introducción al sector

Los barnices son productos constituidos únicamente por ligantes (aceites o resinas) y disolventes. Las pinturas, en cambio, constan de ligantes, pigmentos y disolventes.

El sector de fabricación de pinturas y barnices se encuadra dentro de la Industria Química, concretamente en la subclase 24.3 de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE): Fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares; tintas de imprenta y masillas.

Quedan incluidas dentro de este sector las siguientes actividades:

- ▶ La fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares
- ▶ La fabricación de pigmentos preparados, opacificantes y colorantes; la fabricación de esmaltes vitrificables y vidriados y engobes y preparados similares
- ▶ La fabricación de masillas
- ▶ La fabricación de compuestos de calafateado, plaste o masilla de relleno no refractarios similares
- ▶ La fabricación de disolventes y diluyentes orgánicos compuestos, de preparados quitapinturas y quitabarnices
- ▶ La fabricación de tintas de imprenta

El número de empresas españolas existentes en este sector se situaba en 2002 en 665, de las cuales sólo el 10,21% empleaba a más de cincuenta trabajadores. Se trata por tanto de un sector en el que predominan las pequeñas y medianas empresas de capital nacional, aunque existen algunas de grandes dimensiones entre las que predominan filiales de compañías multinacionales. Geográficamente, el sector tiene un mayor presencia en Cataluña, Andalucía, Madrid y Comunidad Valenciana.

El sector de fabricación de pinturas y revestimientos similares; tintas de imprenta y masillas en España. Nº de empresas y establecimientos industriales

	Empresas	Locales
	Número	Número
Sin asalariados	57	102
De 1 a 5 asalariados	241	306
De 6 a 9 asalariados	87	102
De 10 a 19 asalariados	117	127
De 20 a 49 asalariados	95	95
De 50 a 99 asalariados	38	34
De 100 a 199 asalariados	13	14
De 200 a 499 asalariados	13	11
De 500 o más asalariados	4	1
Total	665	792

Fuente: DIRCE. 2002. INE

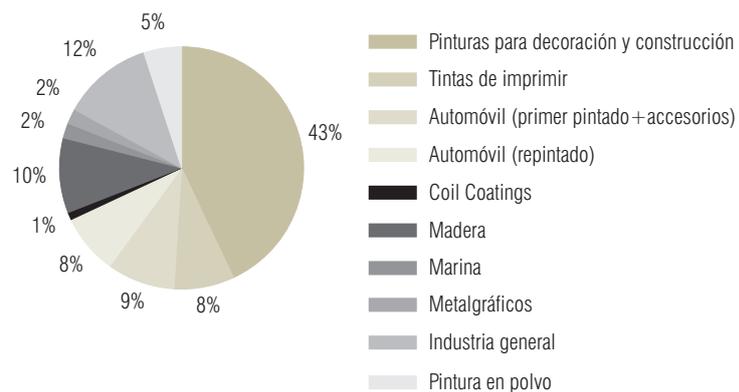
El sector de fabricación de pinturas y barnices se caracteriza por una amplia gama de productos con numerosos campos de aplicación, que se pueden dividir en cuatro categorías principales:

- ▶ Pinturas y barnices para el sector de la construcción, entre los que cabe citar recubrimientos para interior y exterior, imprimaciones, pinturas de acabado, pinturas texturadas, barnices y colorantes.
- ▶ Pinturas y barnices para una amplia gama de productos industriales y de consumo (por ejemplo, mobiliario de madera y de metal, vehículos a motor, aviones, bienes de equipo, aplicaciones domésticas, filmes, papel, láminas, juguetes y artículos deportivos).

- ▶ Pinturas y barnices especiales para aplicaciones específicas, por ejemplo, para el repintado de coches y maquinaria, pinturas de alto rendimiento para el mantenimiento, por ejemplo, de puentes, y pintura de señalización de carreteras.
- ▶ Tintas de impresión para numerosos procesos (por ejemplo, impresión tipográfica, offset, huecograbado y serigráfica).

El sector de fabricación de pinturas en España facturó en el año 2002 más de 1.800 millones de euros. Estas ventas de pinturas se distribuyeron en los siguientes productos:

Ventas de pinturas en España 2002



Fuente: ASEFAPI (Asociación Española de Fabricantes de Pinturas y Tintas de Imprimir)

Las pinturas decorativas y para el hogar representan casi la mitad del mercado. El resto se produce para el mercado industrial: automoción, recubrimientos metálicos, muebles, aviones, camiones, equipos eléctricos y electrónicos, barcos y otros usos.

>> 8.2. El sector en Murcia

El tejido empresarial de este sector en Murcia se compone de veinte empresas (3,01% del total nacional), todas pymes. De hecho, la plantilla del 60% de las empresas murcianas dedicadas a la fabricación de pinturas y barnices cuenta con menos de diez empleados.

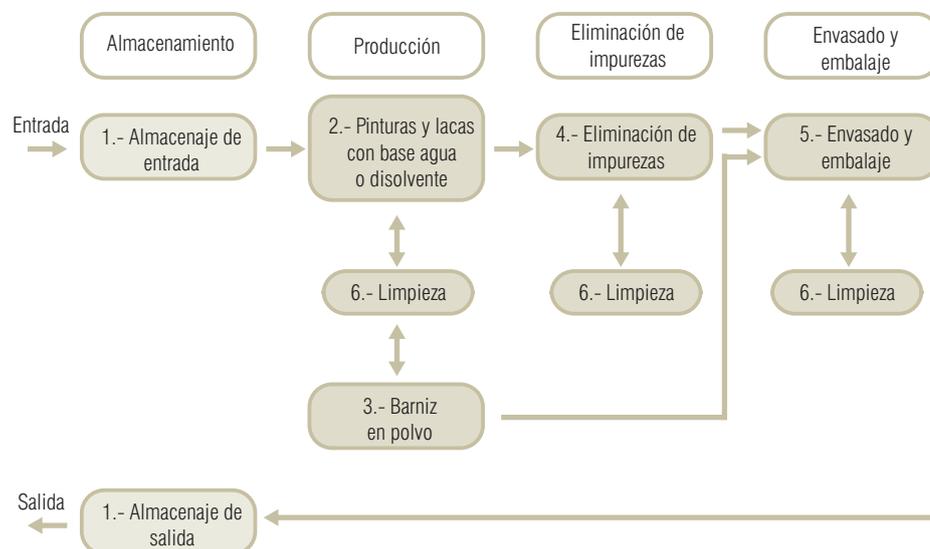
El sector de fabricación de pinturas y revestimientos similares; tintas de imprenta y masillas en Murcia. Nº de empresas y establecimientos industriales

	Empresas	Locales
	Número	Número
Sin asalariados	0	2
De 1 a 5 asalariados	9	11
De 6 a 9 asalariados	3	4
De 10 a 19 asalariados	5	4
De 20 a 49 asalariados	2	2
De 50 a 99 asalariados	1	0
De 100 a 199 asalariados	0	0
De 200 a 499 asalariados	0	0
De 500 o más asalariados	0	0
Total	20	23

Fuente: DIRCE. 2002. INE

>> 8.3. Proceso de fabricación de pinturas

La gama de productos elaborados por este sector es muy amplia. En el caso de la fabricación de pinturas el proceso es muy sencillo y consiste básicamente en la mezcla de las materias primas en un tanque con disgregación por agitación, o molienda con cizallamiento.



Fuente: Informe medioambiental sectorial Sector Pinturas y barnices. Fundación Entorno, Empresa y Medio Ambiente

De forma resumida las etapas que constituyen el proceso de elaboración de pinturas y barnices son las siguientes¹:

1. Almacenamiento: Se suministran y almacenan materias primas líquidas y sólidas, como disolventes orgánicos, ligantes, cargas, pigmentos, aditivos, etc. Los materiales se pesan y dosifican de acuerdo con la formulación.

2. Producción de pinturas y lacas, base agua o disolvente: Cada componente individual se añade, homogeneiza o dispersa en la cantidad y en el orden que fije la formulación. Para ello se emplean mezcladores, amasadoras, agitadores, aparatos dispersores, rodillos y unidades similares. También se utilizan sistemas a base de tuberías y bombas hidráulicas. Normalmente, los elaborados y semielaborados se fabrican en lotes. Si es necesario, ciertos componentes pasan un tratamiento previo (por ejemplo, la trituración de los pigmentos).

3. Producción de barniz en polvo: Los barnices en polvo se consideran medioambientalmente más aceptables que las pinturas base disolvente, porque no contienen disolventes y generan bajas emisiones durante su aplicación. Los aglutinantes sólidos (por ejemplo, epoxi, poliuretano, acrilatos, resinas de poliéster) se destilan previamente para luego mezclarlos con pigmentos, catalizadores y aditivos. La mezcla se calienta, se funde y se homogeneiza en una prensa de extrusión. El material tipo pasta que se obtiene por la boquilla de la prensa de extrusión tiene la forma de un alambre de unos 2–3 mm de diámetro. Una cinta transportadora refrigerada lo lleva a una trituradora, donde la masa ya enfriada se desmenuza en pequeñas virutas. Después de triturar las virutas, el polvo resultante se criba. Lo que se queda en la criba se vuelve a triturar.

4. Eliminación de impurezas: Las partículas gruesas se eliminan del barniz mediante tamizado. El método más simple es el tamizado a través de un material metálico o plástico adecuado. Para aquellos productos difíciles de tamizar, se puede utilizar una criba vibratoria. Para eliminar la turbiedad y las impurezas diminutas de los barnices incoloros y de las soluciones de resinas sintéticas, se procede al filtrado. La separación centrífuga elimina los pigmentos de dimensiones excesivas y otras impurezas.

¹ Informe medioambiental sectorial Sector Pinturas y Barnices. Fundación Entorno, Empresa y Medio Ambiente. 1998

5. **Envasado y embalaje:** Finalmente, los productos se envasan en una planta envasadora en recipientes adecuados; se etiquetan; y como punto final de todo el proceso, los productos acabados se preparan para su envío (por ejemplo, se embalan en cajas de cartón y se paletizan).

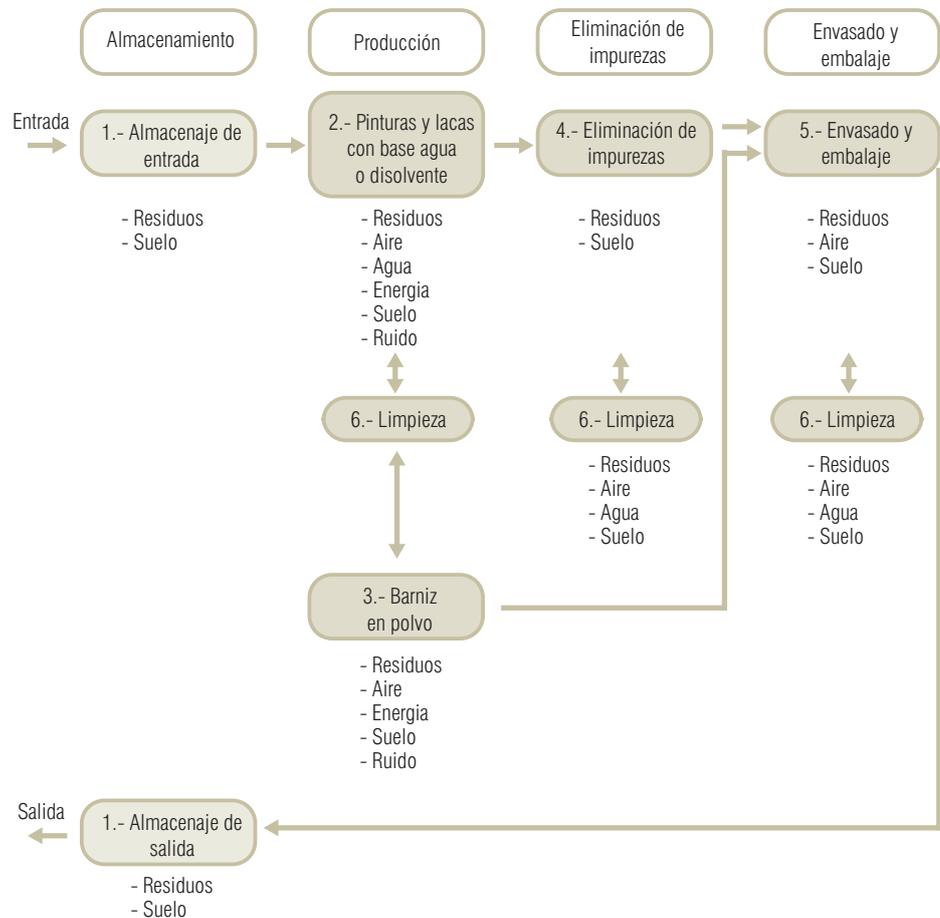
6. **Limpieza:** Cada una de las unidades y tuberías deberá limpiarse y aclararse completamente con cierta regularidad, especialmente entre la producción de lotes diferentes. Según los casos, los productos de limpieza deberán ser, bien agua, bien disolventes orgánicos. La limpieza después de la producción de lacas en polvo ha de ser especialmente minuciosa. Esto es aún más importante cuando se producen diferentes tipos de lacas, a causa de su incompatibilidad entre sí.

>> 8.4. Aspectos medioambientales asociados a la fabricación de pinturas y barnices

Los efluentes originados en industrias de pinturas y barnices proceden fundamentalmente de las operaciones de limpieza de equipos y tanques de almacenamiento, de la fabricación de resinas y otros productos, de la destilación de disolventes y de las aguas de laboratorio.

Los principales contaminantes son los restos de materias primas, tales como resinas, aceites secantes, pigmentos, aditivos, disolventes utilizados en procesos y soluciones cáusticas empleadas en la limpieza.

Los efluentes líquidos generados son por lo general discontinuos, sin segregación de las distintas corrientes, que se recogen en un colector común que va al exterior de la planta.



Fuente: Informe medioambiental sectorial Sector Pinturas y barnices. Fundación Entorno, Empresa y Medio Ambiente

Las emisiones a la atmósfera están constituidas principalmente por partículas, que proceden de los compuestos metálicos que constituyen los pigmentos, y por compuestos orgánicos volátiles (COVs) debidos a la evaporación de disolventes.

Los residuos característicos de este subsector están incluidos en el capítulo 08 de la Lista europea de residuos² recogida en la tabla adjunta.

RESIDUOS DE LA FABRICACIÓN, FORMULACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y UTILIZACIÓN (FFDU) DE REVESTIMIENTOS (PINTURAS, BARNICES Y ESMALTES VÍTREOS), ADHESIVOS, SELLANTES Y TINTAS DE IMPRESIÓN	
Código y tipo de residuo	
08 01	Residuos de la FFDU y del decapado o eliminación de pintura y barniz
08 01 11*	Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas
08 01 12	Residuos de pintura y barniz, distintos de los especificados en el código 08 01 11
08 01 13*	Lodos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas
08 01 14	Lodos de pintura y barniz, distintos de los especificados en el código 08 01 13
08 01 15*	Lodos acuosos que contienen pintura o barniz con disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas
08 01 16	Lodos acuosos que contienen pintura o barniz, distintos de los especificados en el código 08 01 15
08 01 17*	Residuos del decapado o eliminación de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas
08 01 18	Residuos del decapado o eliminación de pintura y barniz, distintos de los especificados en el código 08 01 17
08 01 19*	Suspensiones acuosas que contienen pintura o barniz con disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas
08 01 20	
08 01 21*	Suspensiones acuosas que contienen pintura o barniz, distintos de los especificados en el código 08 01 19
08 01 99	Residuos de decapantes o desbarnizadores Residuos no especificados en otra categoría
08 02	Residuos de la FFDU de otros revestimientos (incluidos materiales cerámicos)
08 02 01*	Residuos de arenillas de revestimiento
08 02 02	Lodos acuosos que contienen materiales cerámicos
08 02 03*	Suspensiones acuosas que contienen materiales cerámicos
08 02 99	Residuos no especificados en otra categoría
08 03	Residuos de la FFDU de tintas de impresión
08 03 07	Lodos acuosos que contienen tinta
08 03 08	Residuos líquidos acuosos que contienen tinta
08 03 12*	Residuos de tintas que contienen sustancias peligrosas
08 03 13	Residuos de tintas distintos de los especificados en el código 08 03 12
08 03 14*	Lodos de tinta que contienen sustancias peligrosas
08 03 15	Lodos de tinta distintos de los especificados en el código 08 03 14
08 03 16*	Residuos de soluciones corrosivas
08 03 17*	Residuos de tóner de impresión que contienen sustancias peligrosas
08 03 18	Residuos de tóner de impresión, distintos de los especificados en el código 08 03 17
08 03 19*	Aceites de dispersión
08 03 99	Residuos no especificados en otra categoría
08 04	Residuos de la FFDU de adhesivos y sellantes (incluyendo productos de impermeabilización)
08 04 09*	Residuos de adhesivos y sellantes que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas
08 04 10	Residuos de adhesivos y sellantes, distintos de los especificados en el código 08 04 09
08 04 11*	Lodos de adhesivos y sellantes que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas
08 04 12	Lodos de adhesivos y sellantes, distintos de los especificados en el código 08 04 11
08 04 13*	Lodos acuosos que contienen adhesivos o sellantes con disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas
08 04 14	Lodos acuosos que contienen adhesivos o sellantes, distintos de los especificados en el código 08 04 13
08 04 15*	Residuos líquidos acuosos que contienen adhesivos o sellantes con disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas
08 04 16	Residuos líquidos acuosos que contienen adhesivos o sellantes, distintos de los especificados en el código 08 04 15
08 04 17*	08 04 15
08 04 99	Aceite de resina Residuos no especificados en otra categoría
08 05	Residuos no especificados de otra forma en el capítulo 08
08 05 01	Isocianatos residuales

(*) Los residuos que aparecen en la lista señalados con un asterisco (*) se consideran residuos peligrosos

² Aprobada por la Decisión 2000/532/CE de la Comisión de 3 de mayo de 2000 y modificada posteriormente por la Decisión 2001/118/CE de la Comisión de 16 de enero de 2001 y por la Decisión 2001/119/CE de la Comisión de 22 de enero de 2001.

>> 8.5. Experiencias de éxito relevantes para el sector

TABERCOLOR



Las medidas ecoeficientes recogidas en las experiencias de éxito están enfocadas fundamentalmente a la reducción del consumo de agua y de material de envasado.

8.5.1. Mejoras sobre el envasado del producto, su medio de distribución y el impacto del producto durante su vida útil

Tabercolor, S.A., es una empresa cuya actividad principal es la producción de tintas, lacas, barnices y dispersiones de pigmentos para su utilización en artes gráficas, industrias papeleras y afines.

Con un capital social de 60101,21 € la empresa presenta una participación extranjera del 100%. Su producción en el año 1998 superó las 3.000 toneladas de tintas, lacas y dispersiones de pigmentos.

Su continua colaboración con las mayores papeleras y empresas de impresión de papel decorativo europeas le ha permitido alcanzar una gran especialización en este mercado, extendiendo sus operaciones a países como Sudamérica, Estados Unidos, China, India e Israel. En el área de investigación y desarrollo, la compañía cuenta con un departamento propio de investigación apoyado en su trabajo con colaboraciones con institutos de Investigación y Desarrollo españoles y extranjeros.

El presente estudio de caso se centra en el proceso de fabricación de papel decorativo y dispersiones. Como elemento a destacar, hay que señalar que se ha tenido en cuenta la fase de uso del producto final por parte de los clientes.

Características principales del producto	
Producto	Papel decorativo y dispersiones
Producción media	17.147.130 unidades/año
Peso unitario medio	1 Kg
Coste unitario medio	1,92 euros

Proceso

El diagrama de proceso considerado consiste en una única etapa constituida por las siguientes actividades operativas y de apoyo:

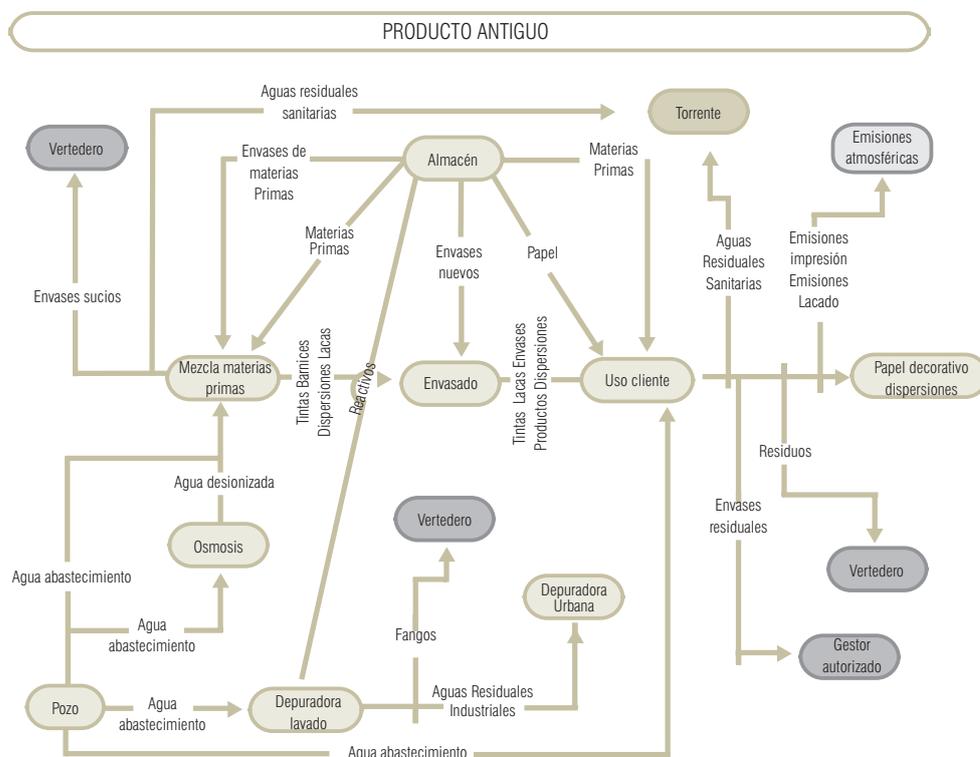
Operativas:

- ▶ Mezcla de materias primas: actividad dirigida a la obtención del producto intermedio elaborado: tintas, barnices, dispersiones y lacas.
- ▶ Envasado: aplicada sobre el producto intermedio elaborado (tintas, barnices, dispersiones y lacas), incluye el trasvase a cubas para el transporte hasta el cliente. En este caso no se consume material de envasado.
- ▶ Uso por los clientes: impresión y lacado.

De Apoyo:

- ▶ Tratamiento por ósmosis: desionización del agua procedente de pozo mediante ósmosis inversa para su uso como materia prima en la mezcla de productos.
- ▶ Lavado y depuración: en la sección lavadero se lavan los tinteros y equipos empleados y en la depuradora estas aguas de vertidos se depuran.

Diagrama de Proceso, Escenario de referencia



Ratios de ecoeficiencia

Los ratios de eco-eficiencia para el proceso de referencia son los siguientes:

- Consumo de materiales y agua:

Cantidad de materiales y agua consumidos en el proceso de referencia

Tipología	
Materias primas	3.128.390
Envases de materias primas	28.500
Envases para producto	195.330
Papel	136.648.000
Reactivos para la depuradora	31.600
TOTAL materiales	17.031.820
Agua de pozo	10.556,9 (m ³ /año)

- Consumo de energía: Las actividades durante las cuales se consume energía, ya sea eléctrica o la procedente de gas natural, son principalmente la mezcla de materias primas y el uso por los clientes. En la etapa de mezcla de materias primas se consumen anualmente 231.982 kWh y durante el uso por los clientes se consumen 9.334.271 kWh, repartidos en 4.557.336,94 kWh y 373.847 m³ de gas natural para el mismo periodo de imputación. La energía eléctrica consumida anualmente durante todo el proceso es de 9.566.253 kWh.

► Residuos, vertidos y emisiones (NPO,s):

Tipo actividad	Descripción	Tipología	Cantidad
Operativa	Mezcla materias primas	Residuos de envases	28.500 Kg/año
		Aguas residuales y sanitarias	338 (m ³ /año)
	Uso producto	Residuos varios	2.456.000 Kg/año
		Residuos de envases	195.330 Kg/año
		Aguas residuales y sanitarias	2.532 (m ³ /año)
		Emisiones	159.760 Kg/año
Apoyo	Lavado/Depuración	Aguas residuales industriales	4.592 (m ³ /año)
		Fangos Depuradora	140.000 Kg/año

- Distancia de transporte: el transporte de los productos tanto a clientes españoles como extranjeros se realiza en envases transportados en camiones con una capacidad de 16 toneladas. La distancia del cliente más lejano es de 2.300 kilómetros.

Por otro lado, también se realiza el transporte del agua residual hasta la depuradora municipal mediante un camión cisterna, debido a la inexistencia en la actualidad de una red de colectores.

Mejoras propuestas

Las mejoras propuestas afectan al envasado del producto y su medio de distribución y al impacto del producto durante su vida útil.

Mejora sobre el envasado del producto

Se da una reducción de la cantidad de envases nuevos incorporados para el envasado de producto debido a:

- El cambio de la forma de distribución de la mitad de la producción, que actualmente se realiza en contenedores y bidones, pasando a realizarse el envío en camiones cisterna.
- El empleo de envases reciclados. Para valorar esta mejora se ha considerado la reutilización de los envases residuales que se generan en la actividad "uso por el cliente". Cada envase residual se vuelve a reutilizar una vez tras su lavado previo, lo que supone que el número de servicios de cada envase nuevo será de dos como mínimo.

El motivo para realizar esta mejora deriva del hecho de que éste es uno de los aspectos medioambientales más importantes de la empresa.

Ámbito de aplicación	Mejora en el envasado de producto
Objetivos de mejora	Reducción de la cantidad de material de envasado
Resultados que estaban previstos	Reducción de un 71,9% del material de envasado empleado (incluyendo en el escenario de referencia datos del año 2.000 y a un nuevo cliente del año 2.001)
Actuaciones	Envío de producto en camiones cisterna a determinados clientes
	Empleo de envases de origen reciclado en lugar de envases nuevos
Recursos destinados:	
- Humanos	Responsable de medio ambiente, director técnico, dpto. comercial
- Económicos	Subvención tanques de almacenamiento de producto en la empresa receptora
Información disponible evaluación	Datos de envío de camiones cisterna y contenedores
	Datos de compra de envases

Mejora sobre el producto

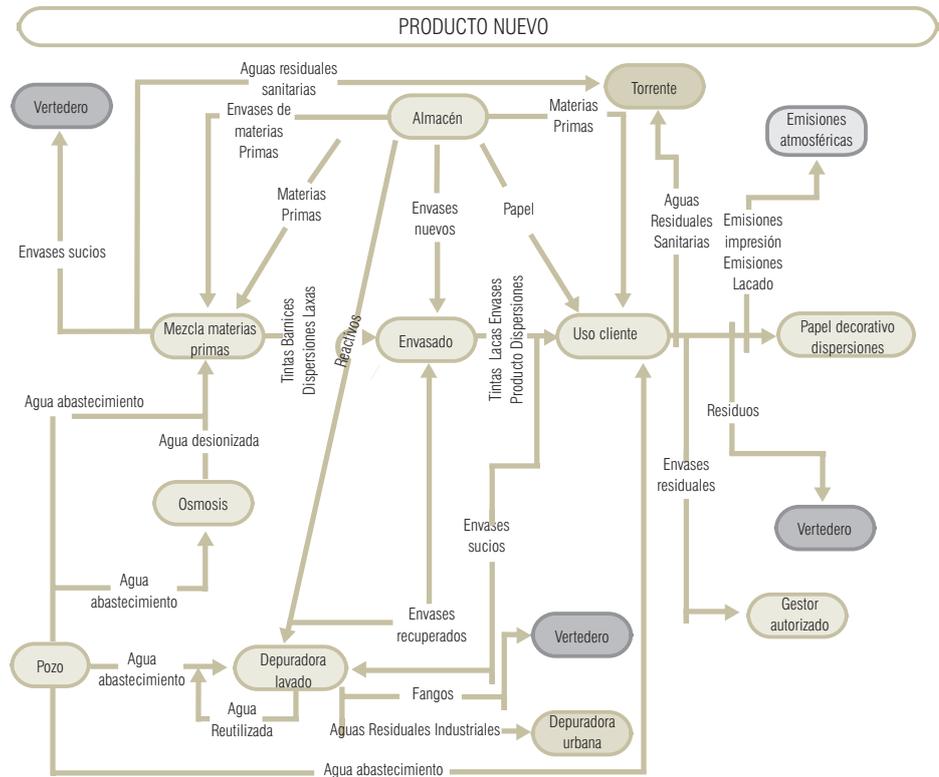
Esta experiencia se ha centrado en la reducción de las emisiones de COV's durante la impresión mediante la sustitución de un disolvente que es orgánico por otro en base agua. La función de este disolvente es corregir la viscosidad de las tintas en máquina.

Ámbito de aplicación	Mejora sobre el producto en el proceso de impresión de nuestros clientes
Objetivos de mejora	Reducción de la emisión de COVs
Actuación	Sustituir disolvente orgánico corrector de viscosidad por agua
Resultados previstos	Reducir un 75% las emisiones de COVs durante la impresión de papel por parte del cliente
	Reducir el consumo de materias primas en impresión
	Ahorro: Aprox. 90.151,82 € (coste disolvente) en el caso del cliente MASA Decor S.A.
Recursos destinados:	
- Humanos	Resp. medio ambiente, personal de I+D de TABERCOLOR S.A., personal de impresión de MASA Decor S.A.
- Económicos	Los necesarios
- Técnicos	Laboratorio de TABERCOLOR S.A., área de pruebas de MASA Decor S.A.
Información disponible evaluación	Listado de consumo de materias primas de MASA Decor S.A.
	Estimación emisiones a partir del mismo

Mejora aplicada al consumo de agua y a su vertido tras su uso.

Esta mejora consiste en la reutilización en el lavadero de parte del agua industrial residual, previo tratamiento en la planta depuradora próxima, para el lavado de envases y equipos. De este modo se reduce la cantidad de agua enviada mediante cubas a la depuradora urbana para su tratamiento, con el consiguiente ahorro en transporte. También se da una disminución del volumen de agua de pozo consumido, pues gran parte del agua empleada en el lavadero puede ser reutilizada.

Ámbito de aplicación	Proceso de depuración de aguas
Objetivos de mejora	Reducción de vertido de aguas residuales industriales y del consumo de agua
Actuación	Reutilización aguas residuales
Resultados previstos	Reducción en un 75% del volumen de aguas residuales industriales vertidas
	Reducción de un 75% del consumo de agua
	Ahorro: 72.121,45 €
Alternativas	Instalación sistema terciario en la EDAR
Recursos destinados:	
- Humanos	Responsable de medio ambiente y operario depuradora
	Ingeniería externa
- Económicos	42.070,85 €
Información disponible evaluación	Contador de agua recirculada a lavadero
	Hojas CIS de control de los envíos a depuradora urbana



Beneficios medioambientales

Las emisiones a la atmósfera de COV's se reducen en un 76%, debido a la sustitución del disolvente para ajustar la viscosidad de las tintas en base orgánica por otro en base agua.

Gracias a la reutilización de parte del agua tratada en la planta depuradora para el lavado de equipos y envases, la cantidad de agua vertida se reduce un 38 % en el proceso eco-eficiente. Es decir, dejan de llevarse a la depuradora urbana para su tratamiento final, 2.828,5 m³ de agua residual.

Los residuos se reducen significativamente a causa de la disminución del número de envases desechados, tanto debido al uso de envases reciclados como al empleo de camiones cisterna.

Se ha producido una importante disminución en el consumo de material de envasado, al sustituirse parcialmente el uso de contenedores por el envío de producto a granel, y por el reciclado de envases de producto. La reducción del material de envasado conseguida ha sido de un 72%.

Por otro lado, se ha producido una disminución en el consumo de agua, ya que parte del agua de salida de la actividad "Lavadero/depuradora" se trata y vuelve a utilizarse para el lavado de equipos y envases. El agua para la planta de tratamiento de ósmosis, para usos sanitarios y para el "lavadero/depuradora" proviene de pozo.

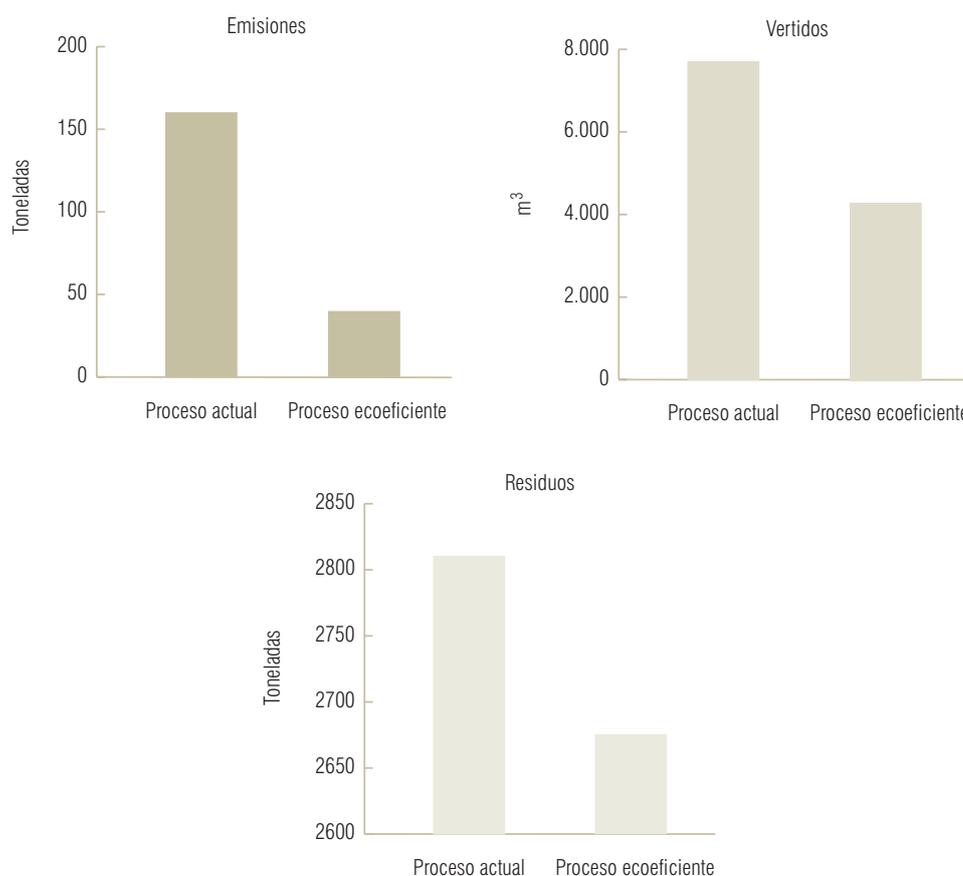
En el proceso actual el consumo es de 10.556,9 m³/año disminuyendo hasta 7.685,2 m³/año en el proceso eco-eficiente, es decir, se da una reducción de un 27% en el consumo de agua.

Respecto al consumo de otras materias primas, en la actividad de mezcla se reduce debido a la sustitución del disolvente por agua en el ajuste de la viscosidad de las tintas (pasando de 3.111 a 3.030 t/año), mientras que el de reactivos de la depuradora se incrementa ligeramente por la mayor actividad del lavado de envases.

Como consecuencia, el indicador de consumo de materiales y agua en el proceso eco-eficiente disminuye un 10%.

El consumo energético, una vez implantadas las mejoras, experimenta un ligero incremento debido a que el lavado de envases para su reutilización provoca un aumento en la actividad de la depuradora, siendo la energía consumida anualmente durante todo el proceso de 9.569.332 kWh. Este incremento, sin embargo, es muy poco significativo (del orden de un 0,03 %), pasando el indicador de ser 0,5578924 kWh/kg en el producto actual a ser 0,5580719 kWh/kg en el producto alternativo.

La sustitución en las materias primas del componente orgánico por otro en base agua, supone una reducción notable de este indicador, pasando de utilizarse 99,6 toneladas de sustancias tóxicas a consumirse solo 34,5 toneladas, lo cual supone una reducción del 65,36%.



Beneficios económicos

La reducción de emisiones de COVs conseguida se cifra en 122.300 kg/año, lo cual significa disolvente en base orgánica que deja de volatilizarse con un ahorro asociado de 114.192,30 € (menos el coste del agua desionizada empleada para sustituirlo).

La disminución del consumo de agua destinada al lavado supondría también una disminución del coste ambiental del proceso ecoeficiente frente al actualmente implantado, si el abastecimiento de agua se produjera desde la red de abastecimiento municipal y no desde pozo como se hace actualmente.

La disminución del volumen de efluentes líquidos que se envían a tratar a la depuradora municipal, gracias a la reutilización en lavadero, supone una reducción del 60 % del importe del canon de vertido. Asimismo, el coste debido al traslado de los vertidos hasta la depuradora se reduce un 61.7%, suponiendo un ahorro de 1.780,25 € y 3.1012,20 € respectivamente.

También hay que tener en cuenta la reducción de los costes de la empresa al utilizar envases reciclados, que son más baratos que los envases nuevos. Con todas las mejoras aplicadas sobre los envases, se consigue un ahorro de aproximadamente 208.310,80 €.

Al no ser necesaria la compra de nueva maquinaria ni de cambios de proceso, no se imputan costes financieros. Sin embargo, al iniciar el envío en cubas a los clientes la empresa les proporciona un silo, lo cual supone un gasto acumulado de 48.080,97 €.

Se ha producido un incremento del consumo energético (aunque es mínimo: 0,03%)

Para más información sobre esta experiencia, consultar www.fundacionentorno.org



8.5.2. Minimización y recuperación de efluentes mediante un equipo de tratamiento físico químico

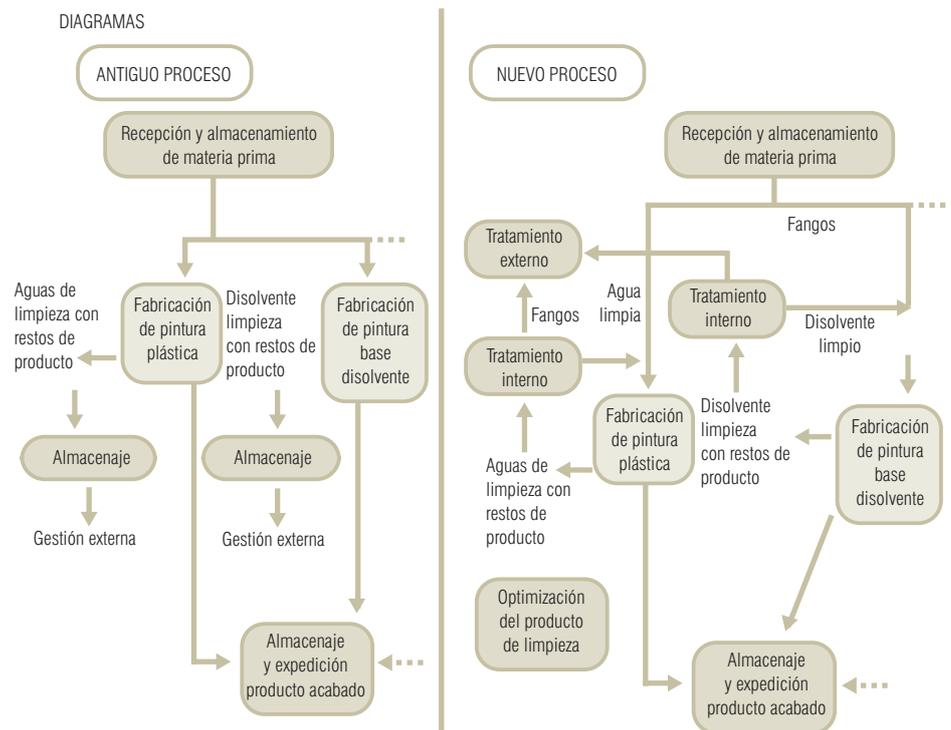
Jallut Ibérica nace en Sabadell en 1977 como resultado de la absorción de la empresa Productos Coacervol por Jallut Suiza, S.A. Está especializada en pintura industrial y de decoración profesional. Además una rama de su actividad es la fabricación de barnices para conservas. En 1989 Jallut Ibérica se trasladó a su nueva factoría, una planta de 20.000 m² situada en Polinyá, Barcelona.

En 1995 Pinturas Jallut fue el primer fabricante español en lanzar un Sistema Tintométrico Industrial completamente automático, trasladando su sistema de fabricación en planta al negocio del distribuidor.

En 1998 se añaden a la factoría nuevas instalaciones de envasado y finaliza la ampliación de la planta de productos plásticos. Ese mismo año, la estrecha colaboración existente entre el departamento de I+D de Pinturas Jallut y la empresa norteamericana DataColor cosecha importantes frutos: Pinturas Jallut lanza al mercado un espectrofotómetro adaptado a su sistema tintométrico industrial, que permite leer y formular colores al instante.

Proceso

En el proceso de fabricación de pinturas plásticas, esmaltes y barnices, las corrientes residuales que se generan en la etapa de limpieza son, entre otras, disolvente sucio con restos de pigmentos y resinas y aguas sucias con disolvente y/o restos de pigmentos. Estos residuos de limpieza (disolvente y aguas) tenían que ser tratados externamente como residuos industriales líquidos. En el caso del disolvente sucio, un porcentaje de este disolvente ya destilado era retornado a la empresa y se reutilizaba en la etapa de limpieza.



Optimización proceso de limpieza

La empresa optimizó el proceso de limpieza llevando a cabo una serie de actuaciones para conseguir tanto la reutilización del agua como la del disolvente empleados en la citada etapa. La optimización del proceso de limpieza con agua se logró mediante:

- ▶ La instalación de mangueras de accionamiento en punta con grupo de alta presión y control de caudal de agua, que permiten una reducción de la cantidad de agua utilizada en la limpieza de las instalaciones destinadas a la fabricación de pintura plástica.
- ▶ La instalación de un equipo para el tratamiento fisicoquímico (floculación-coagulación y decantación) de las aguas de limpieza para permitir su reaprovechamiento en el proceso.

La optimización del proceso de limpieza con disolvente de las instalaciones destinadas a la fabricación de esmaltes y barnices ha sido planteada considerando una alternativa de reciclaje en origen, con la implantación de un equipo de destilación para la recuperación del disolvente y la posterior reutilización en el proceso.

Una combinación de alternativas de reducción y reciclaje en origen han permitido a la empresa optimizar los ciclos de agua y de disolvente empleados en las etapas de limpieza. El hecho de haberse planteado la adopción de equipos que permiten un ahorro en la cantidad de agua utilizada ha permitido diseñar correctamente (sin sobredimensionamiento) su equipo de tratamiento fisicoquímico.

Balance de materia en la etapa de limpieza	Antiguo proceso	Nuevo proceso
Consumo de agua	150 t/a	20 t/a
Consumo de disolvente	7 t/a	1 t/a
Consumo de reactivos para el tratamiento fisicoquímico de las aguas residuales	0 t/a	2 t/a
Aguas residuales gestionadas externamente	150 t/a	0 t/a
Disolvente bruto gestionado externamente	7 t/a	0 t/a
Generación de fangos del tratamiento fisicoquímico de las aguas	0 t/a	30 t/a
Generación de residuos por destilación del disolvente	0 t/a	2 t/a

Beneficios medioambientales

Con esta actuación, la empresa ha conseguido reducir en un 100% las corrientes residuales correspondientes a las aguas y disolventes de limpieza generándose, como consecuencia de la actuación, dos nuevas corrientes residuales que corresponden a los lodos procedentes del tratamiento fisicoquímico y a los procedentes del recuperador de disolventes, respectivamente.

Beneficios económicos

Balance económico en la etapa de limpieza	Antiguo proceso	Nuevo proceso
Coste de consumo de agua	161,37 €/año	21,52 €/año
Coste de consumo de disolvente	6310,63 €/año	1.262,13 €/año
Coste de gestión de las aguas residuales	18.030,36 €/año	1.923,24 €/año
Coste de gestión del disolvente como residuo líquido	2.103,54 €/año	0 €/año
Coste de gestión de los fangos de tratamiento fisicoquímico de las aguas residuales	0 €/año	6.310,43 €/año
Coste de gestión del residuo de destilación del disolvente	0 €/año	1.442,43 €/año
Ahorros	15.645,97 €/año	
Inversión Mangueras de accionamiento en punta con grupo de alta presión, recuperador de disolventes y unidad de tratamiento fisicoquímico	50.611,23 €	
Retorno de la inversión	3,23 años	

Para más información sobre esta experiencia, consultar:
http://www.cema-sa.org/files/fitxa/es/ficha_55.pdf

>> 8.6. Proyecto de implantación de una mejora de ecoeficiencia en Murcia: el caso EUPINCA



EUPINCA, FÁBRICA DE PINTURAS S.A., es una empresa fabricante de pinturas y barnices, fundada en 1991 que se instaló en Cartagena en el año 1995, en el Polígono Industrial Cabezo Beaza, habiendo realizado dos ampliaciones, en los años 1999 y 2002, después de las cuales la superficie de terreno ocupada ha llegado a 18.899 m² y la construida a 12.426 m².

Cuenta con una plantilla total de 57 empleados (año 2002), con un régimen de trabajo de dos turnos diarios, de 8 h de duración cada uno, durante 5 días a la semana, a lo largo de 11 meses al año.

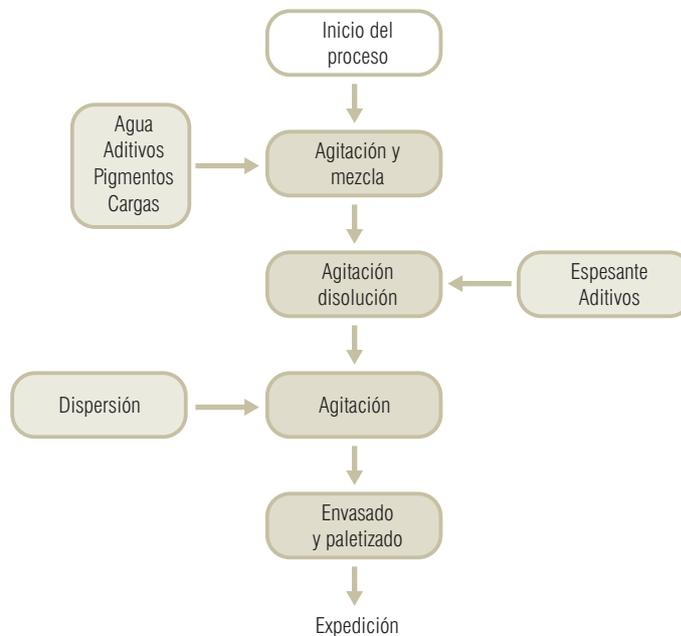
En la fábrica de EUPINCA existen básicamente dos líneas de fabricación:

- ▶ Línea de fabricación de pinturas base agua
- ▶ Línea de fabricación de pinturas base disolvente

Producción año 2.002	
Producto	t/año
Pinturas base agua	21.000
Pinturas base disolvente	3.453
Disolventes	729
Total	25.182



Diagrama de flujo de la línea de fabricación de pintura base agua

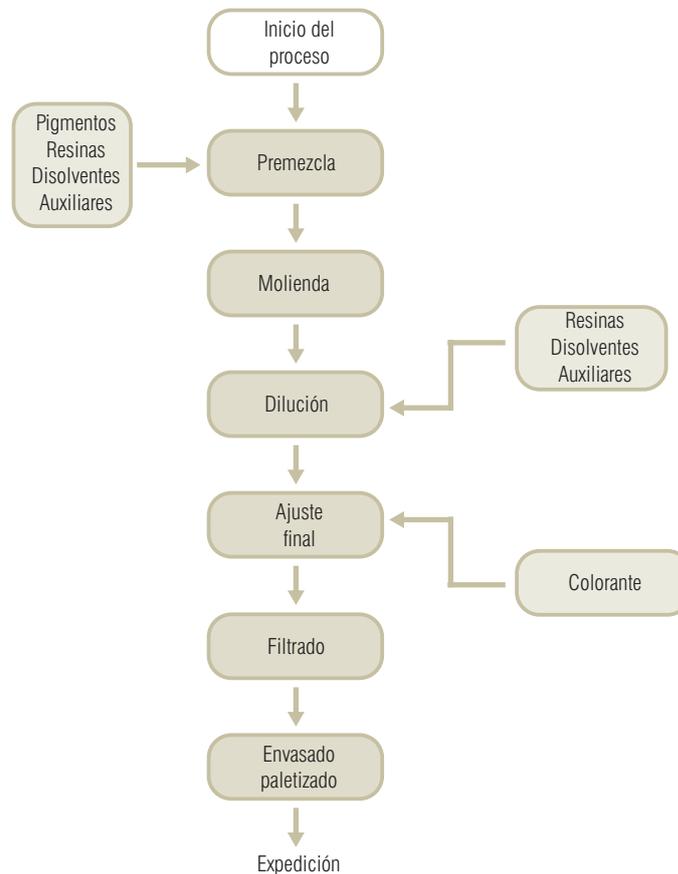


En la línea de fabricación de pinturas base agua, las materias primas pulverulentas son almacenadas en silos y las líquidas en depósitos verticales. Desde éstos son transportados a los silos intermedios (tolvas) y junto al resto de materias primas pasan a las máquinas dispersantes, terminando el proceso de fabricación. Una vez la mezcla y dispersión ha sido efectiva, se pasa al llenado y paletizado de la pintura fabricada.



La línea de fabricación de pinturas base disolvente es automática y entró en funcionamiento en el mes de septiembre de 2003. Esta línea incorpora modernos sistemas tintométricos y consiste en un proceso cerrado que permite eliminar la generación de emisiones y residuos, siendo la primera de sus características instalada en España por la firma Dromont Spa de Grinzane Cavour-Italia.

Diagrama de flujo de la línea de fabricación de pintura base disolvente



El proceso de fabricación de pinturas base disolvente parte de los productos/componentes almacenados (sólidos, resinas, disolventes, aditivos, etc.), que son transportados mediante bombeo automatizado a los correspondientes dispersores, donde se realizan las mezclas correspondientes a las calidades deseadas de pinturas.

Una vez la fabricación ha concluido, desde los dispersores la pintura se transporta a la línea de envasado y paletizado, en la cual el envasado se realiza también de forma automática, concluyendo así el proceso de fabricación.

Además de las líneas indicadas, la empresa fabrica también disolventes que envasa para su posterior venta.

Tras el análisis del proceso se considera que una de las medidas aplicables es el tratamiento del efluente industrial para reutilizar el agua tratada como agua de servicio.

La industria cuenta con una planta para el tratamiento del agua de proceso procedente bien de la línea de producción de pinturas acrílicas o del lavado de envases. El objetivo de esta instalación es la recuperación del agua para reutilizarla como agua de servicio. La instalación construida en el año 2000 no ha dado buen resultado desde su puesta en marcha.

El agua tratada presenta valores de DBO₅ y DQO, parámetros indicadores de la contaminación por materia orgánica, que la hacen no apta para su reutilización como agua de servicio.

El objeto del proyecto de ecoeficiencia es diseñar la implantación de medidas encaminadas a mejorar los aspectos medioambientales de la fábrica que supongan un beneficio económico

Solución adoptada

La planta de tratamiento de las aguas residuales de proceso consiste en un tratamiento físico químico que tiene de un dimensionamiento incorrecto para los caudales a tratar y que además no cuenta con los depósitos correspondientes de decantación y espesamiento con un volumen adecuado para el tiempo de retención necesario. Son correctos, sin embargo, la dosificación de reactivos de proyecto y la deshidratación por filtro prensa.

Debido a los problemas mencionados, la planta de tratamiento no se encuentra operativa y los efluentes de proceso deben ser retirados mediante cisternas por gestor externo autorizado.

Teniendo en cuenta la falta de efectividad de la planta de tratamiento existente, aún considerando que alguno de los equipos (dosificación de reactivos y filtro prensa) se podrían aprovechar, se ha considerado el diseño de una instalación completa, que puede servir de modelo a otras industrias del sector que no han realizado ningún tipo de inversión para la reutilización del agua.

La planta de tratamiento propuesta estaría compuesta de los elementos correspondientes a un proceso físico-químico, con una capacidad de tratamiento máximo de 50 m³/día con parámetros de contaminación de entrada DBO₅: 3.000 mg O₂/l y DQO: 5.000/9.000 mg O₂/l con un rendimiento en la reducción de contaminantes del 80%.

Línea de tratamiento

El tipo de tratamiento más adecuado para una planta de estas características, teniendo en cuenta las fuertes variaciones en calidad del agua residual que provienen de la fabricación, consta de los siguientes procesos:

- Pretratamiento (desbaste + tamizado)
- Homogeneización
- Bombeo a floculación
- Mezcla y floculación
- Decantación
- Extracción de fangos
- Espesador de fangos
- Deshidratación

Características de la planta

Características de la planta	
Tamizado	
Tamiz:	0,50 m
Luz de paso:	5 mm
Potencia:	0,50 CV
Homogeneización	
Volumen útil:	60,00 m ³
Profundidad:	4,00 m
Superficie:	16,00 m ²
Grupo soplante:	3 kW
Caudal de aire:	75,00 m ³ /h
Bombeo o floculación	
Número de bombas:	1 ud.
Caudal unitario:	6 m ³ /h
Potencia unitaria:	1,3 kW
Floculación	
Volumen cámara de mezcla:	1.000,00 l
Volumen cámara de floculación:	1.000,00 l
Potencia agitador mezcla:	0,75 kW
Potencia agitador floculación:	0,25 kW
Decantación	
Volumen:	22,2 m ³
Superficie:	8 m ²
Diámetro:	3,20 m
Extracción de fangos	
Número de bombas:	1 Ud
Caudal unitario:	5,00 m ³ /h
Potencia unitaria:	1,10 kW
Espesador	
Volumen útil:	3,43 m ³
Diámetro:	1,50 m
Altura cilíndrica:	1,40 m
Altura total:	3,00 m
Deshidratación de fangos	
Tipo:	Filtro prensa
Modelo:	FPL-250
Funcionamiento:	Manual
Nº de platos de membrana:	12

La planta de tratamiento se situará sobre una losa de hormigón horizontal armada de 150 m² de superficie en planta y 30 cm de espesor construida con HA-25, previamente nivelada con 10 cm de hormigón HM-15 de limpieza y nivelación. Sobre esta plataforma se sitúan, además de los equipos mencionados, las bombas de proceso y la instalación eléctrica necesaria (cuadro eléctrico, acometidas y cableado).

Indicadores de ecoeficiencia

Indicadores de ecoeficiencia del nuevo producto/servicio en relación con la situación inicial (*)				
Indicador	Unidad	Valor inicial	Valor con la mejora propuesta	Diferencia
CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS, MATERIAS AUXILIARES Y AGUA				
Consumo de materias auxiliares	kg/t producida	14,76	14,77	0,1
	€/t producida	sd	sd	sd
Consumo de coalescentes	kg/t producida	11,50	11,50	-
Consumo de disolventes	kg/t producida	73,98	73,98	-
Consumo de extenders	kg/t producida	444	444	-
Consumo de pigmentos	kg/t de pintura producida	103	103	-
Consumo de resinas agua		5.282	5.282	
	kg/t producida	139	139	-

Indicadores de ecoeficiencia del nuevo producto/servicio en relación con la situación inicial				
Indicador	Unidad	Valor inicial	Valor con la mejora propuesta	Diferencia
CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS, MATERIAS AUXILIARES Y AGUA				
Consumo de resinas disolvente				-
	kg/t producida	21,17	21,17	-
Consumo de agua de red				
	l/t producida	325	128	197
	€/t producida	0,23	0,09	0,14
CONSUMO DE ENERGIA				
Consumo de energía eléctrica				
	kWh/t producida	32,34	32,70	-0,36
	€/t producida	2,59	2,62	-0,03
AGUAS USADAS DE PROCESO				
Aguas usadas de proceso retiradas por gestor autorizado				
	l/t producida	197	0	197
	€/t producida	0,08	0	0,08
RESIDUOS GENERADOS				
Envases vacíos de resinas (metálicos)				
	kg/t producida	0,40	0,40	-
Envases vacíos de pigmentos (plásticos)				
	kg/t producida	0,35	0,35	-
Lodos de pintura				
	kg/t producida	1,52	1,52	-
Lodos generados en el almacenamiento/tratamiento de aguas usadas de proceso				
	kg/t producida	0,36	4,60	-4,24
	€/t producida	0,01	0,07	-0,06
Disolventes no halogenados				
	kg/t producida	4,09	4,09	-
Aguas de lavado				
	kg/t producida	4,42	4,42	-
Envases metálicos				
	kg/t producida	sd	sd	-

(*) Considerando un aumento de la producción como consecuencia de la puesta en marcha de la nueva línea de fabricación.

Justificación económica

A partir de un estudio detallado se han calculado las mediciones y presupuestos desglosados de la instalación. La inversión necesaria para asciende a 128.929,92 € y los gastos de mantenimiento anual ascienden a la cantidad de 2.220,00 €.

Los gastos de personal para realizar las operaciones sistemáticas de mantenimiento suponen a 2.700,00 €/año y los gastos de explotación anual representan 3.976,17 €.

El ahorro anual que se consigue es de 5.882 €, como consecuencia de la reducción del consumo de agua de la red pública de suministro y de gastos de gestión externa de las aguas utilizadas en proceso.

Los criterios aplicados para valorar la rentabilidad de la inversión han sido el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR). Se ha considerado a su vez un interés bancario del 5% (constante a lo largo del tiempo) para comparar con las ganancias que el dinero invertido generaría con dicho tipo de interés.

El valor obtenido para el VAN ha sido menor que cero, luego la inversión no sería rentable.

Ventajas del Proyecto

Sin embargo, es necesario tener en cuenta otros condicionantes para decidir si se lleva a cabo el proyecto, entre los cuales son reseñables:

- ▶ El ahorro conseguido en el consumo de agua de abastecimiento, del orden de un 60 %, beneficio medioambiental muy importante máxime si se tiene en cuenta la escasez del recurso en la zona.
- ▶ La disminución de las necesidades de gestión externa de un residuo, las aguas usadas de proceso, y de los riesgos asociados a este tipo de gestión.
- ▶ Anticiparse al cumplimiento de futura normativa legal.
- ▶ Mejora de la imagen de la empresa entre las partes interesadas.
- ▶ Contribuir al desarrollo sostenible de su entorno de operación.
- ▶ Facilitar el crecimiento futuro de la empresa.

9 <

Referentes para la calidad ambiental y
la ecoeficiencia del Sector de
la Industria en Murcia

Industria del calzado



9. Industria del calzado

>> 9.1. Introducción al sector

España es un país con una fuerte tradición en la industria del calzado y su industria se sitúa en una posición destacada en el mercado mundial del calzado. En la actualidad es el décimo productor mundial de calzado por detrás de China, India, Brasil, Italia, Tailandia, Indonesia, Turquía, México y Vietnam.

En el mercado europeo se encuentra como el segundo mayor productor y exportador del calzado en Europa.

El sector en cifras	
Empleo	46.309
Producción	
Pares (millones)	197,9
Valor (millones euros)	3.120,38
Consumo aparente	
Pares (millones)	165,3
Valor (millones euros)	1.831,44
Exportación	
Pares (millones)	136,8
Valor (millones euros)	2.118,64
Importación	
Pares (millones)	104,3
Valor (millones euros)	829,69
Saldo anterior	
Pares (millones)	32,5
Valor (millones euros)	1.288,95
Tasa de cobertura	
	255,35%
Exportación-Producción	
Pares	69,1%
Valor	67,9%
Importación-Consumo aparente	
Pares	63,0%
Valor	45,3%

Datos 2002. Fuente: INE, DG Aduanas. Elaboración: FICE-Inescop

El volumen de comercio exterior del sector del calzado (exportaciones + importaciones), con casi 3.000 millones de €, representa aproximadamente el 1% del total del comercio exterior español.

Distribución a nivel nacional

Las siguientes tablas muestran la distribución a nivel nacional del número de empresas y locales dedicados a la fabricación de calzado.

Nº de empresas según nº de asalariados						
Total	De 0 a 2 asalariados	De 3 a 5 asalariados	De 6 a 9 asalariados	De 10 a 19 asalariados	De 20 a 49 asalariados	Más de 50
5.028	2.266	809	531	733	573	116

Nº de locales según nº de asalariados						
Total	De 0 a 2 asalariados	De 3 a 5 asalariados	De 6 a 9 asalariados	De 10 a 19 asalariados	De 20 a 49 asalariados	Más de 50
5.146	2.327	831	569	743	569	107

Fuente: DIRCE. INE 2002.

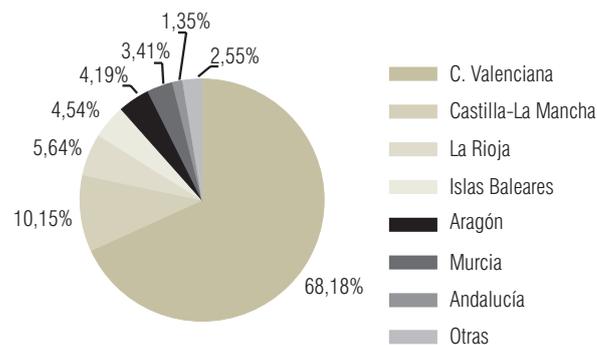
El número de empleados por establecimiento es aproximadamente de 16. Las empresas con menos de 20 trabajadores suponen el 76% del tejido industrial del calzado. Las empresas de más de 200 trabajadores son excepcionales en el sector y responden a razones especiales de producto, tecnología o estrategia empresarial.

En la actualidad, junto al modelo tradicional de empresa, que realiza el proceso industrial completo, se ha venido implantando otro modelo, el de una empresa "líder" que centraliza las decisiones y coordina las estrategias de la empresa (política de marca, diseño, control de calidad, comercialización, etc.), alrededor de la cual se organizan pequeñas unidades de producción que fabrican para ella en una diversidad de fórmulas (ya sea integradas en un grupo empresarial o en régimen de subcontratación). Un tercer tipo lo formarían las comercializadoras y distribuidoras, relacionadas especialmente con los distribuidores de los países de destino.

Impotancia de la industria del calzado por Comunidades Autónomas

Desde un punto de vista geográfico, la Comunidad Valenciana concentra el 68% de las empresas nacionales de calzado y el 66% del número total de trabajadores. La segunda Comunidad es Castilla-La Mancha que concentra el 10,15% de las empresas de calzado y el 10,70% de la plantilla. En tercer lugar se encuentra La Rioja, seguida por las Comunidades Autónomas de Baleares, Aragón, Murcia y Andalucía.

Estructura Industrial por Comunidades Autónomas. 2002. Nº empresas



Fuente: FICE. Anuario del calzado 2003. Estructura Industrial

>> 9.2. El sector en Murcia

La fabricación de calzado es una actividad tradicional en la Región de Murcia, derivada en parte de la transformación industrial de los talleres artesanos y en parte de la influencia de las zonas limítrofes, donde se encuentran las empresas líderes del sector a escala nacional.

De acuerdo con los datos del Instituto Nacional de Estadística, existen 206 empresas que se dedican a la fabricación de calzado en la Región de Murcia, lo que supone un 4 % del total de las existentes en el territorio nacional.

Las empresas fabricantes de calzado murcianas son empresas de pequeño y mediano tamaño. La siguiente tabla muestra la distribución en la Región de Murcia en función del número de asalariados.



Nº de empresas según Nº de asalariados						
Total	De 0 a 2 asalariados	De 3 a 5 asalariados	De 6 a 9 asalariados	De 10 a 19 asalariados	De 20 a 49 asalariados	Más de 50
206	113	28	23	28	13	1

Fuente: DIRCE. INE 2002.

La industria murciana del calzado está especializada en la fabricación de zapatillas domésticas, generalmente con suela vulcanizada, si bien se producen también sandalias y zapatillas con suela vegetal o mixta, calzado de piel, zapatos de suela inyectada y botas de montaña y de escalada.

Tradicionalmente, el calzado de Murcia ha tenido una vocación claramente exportadora, lo que se traduce en el hecho de que existan empresas regionales que exportan su artículo a más de 80 países.

El volumen global de facturación del sistema es superior a los 110 millones de euros anuales, sin incluir en esta valoración las transacciones entre las propias empresas que lo componen. Las cifras de exportación directa se sitúan entorno a los 62 millones de euros, si bien esta cifra debería ir significativamente al alza en cuanto se produce el fenómeno de la exportación desde almacenistas nacionales, principalmente de la provincia de Alicante, que efectúan sus compras en la Región de Murcia para, posteriormente, distribuir esta mercancía entre sus clientes internacionales.

El destino principal del calzado murciano son los países de la Unión Europea. Tradicionalmente, países como Italia, Francia o Alemania, han constituido los principales mercados para el producto murciano. No obstante, es reseñable la creciente introducción en nuevos países de destino, tales como Rusia, México, Líbano o Chipre.

Uno de los factores más destacados por los fabricantes de calzado de la Región es la fuerte competencia existente en el exterior principalmente por la presencia del producto procedente de China. Ante esta preocupante situación, el sector busca potenciar la imagen de este producto, mejorando la percepción de la mayor calidad del mismo, e introduciendo elementos diferenciadores tales como un mayor aporte de tecnología, diseño, personalización e inmediatez de respuesta a las demandas del mercado.

En cuanto a la competitividad es importante destacar que uno de los puntos fuertes del sector murciano es su alto grado de flexibilidad, lo que posibilita una adaptación rápida a los requerimientos del mercado.

Tejido empresarial

La estructura empresarial del sistema productivo del calzado en la Región de Murcia se caracteriza por su gran fragmentación.

En Alhama de Murcia y el Valle del Guadalentín se produce aproximadamente el 50% del calzado regional, con una clara especialización en zapatilla doméstica.

En Caravaca de la Cruz y la Comarca del Noroeste se encuentra la segunda zona productora de la Región. Aunque también se producen zapatillas, es tradicional en esta comarca la elaboración de calzado con suela vegetal - generalmente yute - o mixta como evolución de la artesanía del cáñamo y de la fabricación de alpargatas.

El tejido empresarial de Alhama de Murcia y Caravaca de la Cruz se puede considerar de una facturación mediana-baja. La empresa media de Caravaca de la Cruz es de menor dimensión que las situadas en Alhama de Murcia.



Las industrias del calzado situadas en Yecla y el Altiplano presentan una estructura distinta. El número de empresas es reducido en esta comarca y su dimensión es muy superior a la media regional, orientando su producción al zapato con un gran componente de moda para un público juvenil, con un diseño creativo e innovador y un importante valor añadido, que denota una clara influencia de sus áreas limítrofes.

La comercialización de este calzado en los Estados Unidos y otros mercados internacionales especialmente exigentes ha obtenido un éxito notable.

>> 9.3. Descripción del proceso

Principales fases del proceso

Las materias primas que se utilizan en la fabricación del calzado suelen ser textiles, sintéticos y cuero para realizar la parte superior del zapato, textiles para el forro o la plantilla y goma, PVC o poliuretano para las suelas.

Las diferentes operaciones que conforman el proceso de fabricación pueden estructurarse generalmente en las siguientes etapas:

► Fabricación de la parte superior:

Se escogen los materiales, se preparan y luego se recortan en máquinas de coser (o conformar), con cuchillas de forma sueltas. Las piezas, incluyendo los forros, se unen mediante cosido o pegado. En esta fase suelen realizarse también las operaciones de perforado, abertura de ojales, etc.

► Fabricación de la parte inferior:

Las suelas, plantillas, tacones y viras se cortan en máquinas giratorias que utilizan cuchillas de corte sueltas o en prensas de moldeado de suelas.

Los tacones suelen fabricarse por compresión de tiras de cuero o madera, etc. El fondo se nivela, se le da forma, se alisa y se estampa.

► Unión de la parte superior e inferior: Existe varios métodos de fijación:

- Si es vulcanizado se realiza mediante un procedimiento térmico que moldea las suelas por compresión a partir de compuestos derivados del caucho y al mismo tiempo se fijan al corte.
- Si el tipo de suela es inyectado, se moldean las suelas de material de plástico y se fijan simultáneamente al corte, mediante calor.
- Por último, se pueden realizar uniones mediante cosido, pegado, clavado o atornillado.

► Acabado final:

Las operaciones de acabado final del zapato suelen incluir el encerado, color, rociado, pulido y empaquetado.

>> 9.4. Aspectos medioambientales del sector

Los principales aspectos medioambientales asociados al sector del calzado se centran en:

- ▶ El empleo de sustancias y materiales peligrosos: Adhesivos con disolvente orgánico, tintes y colorantes, sustancias inflamables, etc.
- ▶ La emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV) durante la producción.
- ▶ La contaminación de las aguas durante la fabricación.
- ▶ La generación de residuos, en especial los recortes del cuero procedentes del proceso.
- ▶ El elevado consumo de envases y embalajes de cartón y plástico.
- ▶ Generación de ruidos y vibraciones en el proceso de producción.

En el esquema siguiente se muestran los principales aspectos medioambientales del calzado a lo largo de su ciclo de vida:



>> 9.5. Experiencias de éxito relevantes para el sector

Las medidas ecoeficientes recogidas en las experiencias de éxito están enfocadas especialmente en la reducción de residuos procedentes de envases y embalajes, la mejora de la calidad de los efluentes líquidos y al diseño de nuevos procesos y desarrollo de nuevas tecnologías encaminados a optimizar los costes de producción y consumos de materias primas.

9.5.1. Reducción de residuos procedentes de envases y embalajes

La empresa que desarrolló la presente experiencia de éxito es una pequeña industria de fabricación de zapatos y bolsos.

Antes de implantar la mejora, la empresa identificó como uno de sus problemas medioambientales principales, a raíz de una revisión medioambiental inicial, la generación de cientos de kilos de materiales de embalaje. Estos materiales eran sobre todo cajas de cartón, plásticos y rellenos de espuma de poliuretano, tanto los que llegan con las materias primas que envían los proveedores como los que posteriormente se utilizan para empaquetar los productos finales que se envían a clientes y distribuidores.

Mejoras ecoeficientes llevadas a cabo

Con ayuda de una empresa especializada en medio ambiente la organización inició un proceso de búsqueda de soluciones adecuadas para el problema medioambiental identificado.

Tras el estudio, se llegó a la conclusión de que la solución más adecuada estaba constituida por un conjunto de iniciativas consistentes en:

- ▶ Se llegó a un acuerdo con los distribuidores para que las cajas grandes en las que se distribuyen las cajas individuales de zapatos se reutilizaran varias veces. Cuando tras varios usos, las cajas ya no son aptas para el transporte, se envían a un centro de reciclaje.
- ▶ Mediante un acuerdo con los proveedores, se sustituyeron las cajas de cartón normal por cajas de cartón reciclado.
- ▶ Igualmente, se indicó a los proveedores que deberían realizar un estudio para reducir al mínimo el envasado de las materias primas, y que deberían utilizar, siempre que fuera posible, materiales reciclados para ese embalaje.
- ▶ El plástico generado también se envía a un centro de reciclaje.
- ▶ Se ha sustituido el poliuretano por perlas de arroz solubles en agua, que son menos contaminantes.

Indicadores de ecoeficiencia del nuevo proceso

Los principales beneficios medioambientales obtenidos tras la implantación de las medidas ecoeficientes fueron:

- ▶ Reducción de la cantidad de residuos generados.
- ▶ Reducción del consumo de materias primas utilizadas en la fabricación de embalajes, mediante la mejora de su diseño y la utilización de materiales reciclados.
- ▶ Aumento de la cantidad de papel y plásticos que la empresa destina al reciclaje, disminuyendo así su impacto sobre el entorno. El reciclado de papel y cartón permite que tengan que talarse menos superficies arboladas para la producción de celulosas, materiales que constituyen la base del papel y cartón.

Beneficio económico obtenido

Los principales beneficios económicos los encontramos en que la empresa ya no tendrá que pagar elevadas cantidades por deshacerse de estos residuos, ya que primero se reutiliza y luego se reciclan.

Además, se produce un ahorro de costes por la disminución de compra de materiales para embalaje, puesto que la reutilización de las cajas al menos una vez hace que se disminuya un 50% la cantidad de cajas que habría que comprar.

Para más información sobre esta experiencia de éxito consultar la Guía de Buenas Prácticas Medioambientales en el Sector del Calzado. Consejería de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana
http://www.cma.gva.es/areas/educacion/educacion_ambiental/educ/ed_amb_empresa/pdf/CalzadoC.PDF

9.5.2. Estudio del reciclaje de residuos elastoméricos en industrias del calzado

Se trata de una pequeña industria situada en la Unión Europea dedicada a la fabricación de calzado y su comercialización.

El principal problema que se le planteaba a la empresa era la elevada producción de residuos de caucho y poliuretano, procedentes de sus actividades de fabricación. Estos residuos eran enviados a vertedero al no encontrarseles aplicación posterior.

Para solucionar este problema la empresa participó en el proyecto "Cost Efficient Recycling of Elastomeric Materials" (CERMAT, reciclado económicamente eficaz de materiales elastoméricos). En este proyecto europeo se han desarrollado procesos integrales de reciclado de residuos de caucho y poliuretano (PUR), para la producción masiva de compuestos elastoméricos reciclados de bajo coste con cualidades de aislamiento acústico y reducción de vibración. Estos elastómeros reciclados se reincorporan a la cadena de producción a bajo coste, por lo que ayudan a la industria a mantener su competitividad.

Los elastómeros son materiales poliméricos, naturales o sintéticos, que se pueden sufrir de formación elástica cuando se les aplica una fuerza. Esta característica hace que puedan ser utilizados para la fabricación de innumerables compuestos.

La aplicación del proyecto aporta la prueba de que es posible reciclar y, además, originar otros compuestos de buena calidad y de bajo coste.

Principales características del nuevo proceso

Se han desarrollado 6 itinerarios diferentes para el reciclado de estos elastómeros. El proyecto ha cubierto 5 categorías diferentes de compuestos y 60 materiales finales, algunos conteniendo hasta el 96% de elastómeros reciclados.

Se ha desarrollado caucho para neumáticos y espuma en forma de polvos, utilizándose varias técnicas de trituración. Se ha llevado a cabo la caracterización detallada de varios factores, como los niveles de impureza, forma, análisis superficial e hinchamiento; asimismo, se ha publicado un informe sobre procedimientos estándares de síntesis de dichos materiales.

Junto con la producción de los compuestos elastoméricos reciclados se emprendió una serie de tareas de producción modelo en las etapas finales del proyecto. Así se fabricaron y ensayaron piezas técnicas como conos para carreteras y pavimento, material de embalaje, suelas recicladas para calzado y todo tipo de productos. Resulta factible aumentar el proceso de producción; ya está disponible un lote de demostradores de claro potencial comercial.

Indicadores de ecoeficiencia del nuevo proceso

Los beneficios medioambientales que se han conseguido a raíz de la aplicación de este proyecto están en la gran cantidad de residuos que son reciclados (unos 2 millones de toneladas anuales). Además, el material reciclado puede ser utilizado en multitud de productos, disminuyéndose la cantidad de materias primas necesarias para fabricar los productos que ahora utilizan estos elastómeros reciclados.

Beneficio económico obtenido

El principal beneficio económico es la disminución de costes asociados a la gestión de los residuos de elastómeros.

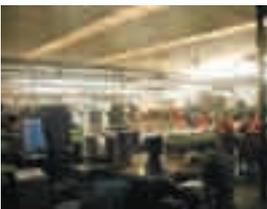
Para más información sobre esta experiencia de éxito consultar:
CORDIS <http://dbs.cordis.lu>

>> 9.6. Proyecto de implantación de una mejora ecoeficiente en Murcia: Zafrilla. S.L.



Etapa de *aparado*

Descripción del proceso de referencia



Zafrilla, S.L. es una empresa familiar dedicada a la fabricación en serie de calzado. La empresa, con un capital social enteramente español de 600.000 euros, comenzó su actividad en 1976.

Su producto es calzado (zapato, bota y botín de señora, zapato y botín de caballero y calzado deportivo) de moda joven, proporcionando un diseño de calidad media-alta dirigido al segmento de edad de entre 14 y 30 años. Se comercializa en más de 70 países bajo la marca registrada DESTROY. En el año 2002, el 65% de la producción estaba destinada al mercado internacional, mientras que el 35% restante se destinó al mercado nacional.

Zafrilla, S.L. dispone de un centro productivo, con una superficie de 3.774 m², ubicado en Yecla (Murcia).

En estas instalaciones trabajaron en el año 2002 72 empleados y se localizan los departamentos de producción, diseño, administración, comercialización y distribución. La facturación del centro en el año 2002 fue de 11 millones de euros.

El proceso productivo de la empresa se recoge en el siguiente diagrama:



Las aguas residuales generadas por la industria provienen exclusivamente del aseo del personal, por lo que pueden asimilarse a las aguas residuales domésticas. En ellas no existe una contaminación con metales (en especial Cromo 6), ya que éstos se eliminan con el vestuario desechable utilizado en los puestos de trabajo, por lo que no llegan a contaminar el agua.

En la actualidad, al no existir sistema público de saneamiento, las aguas residuales no sanitarias son conducidas a tres depósitos estancos. Estos depósitos son limpiados mensualmente, extrayendo los residuos líquidos acumulados que son retirados por gestor autorizado.

La empresa comprobó que uno de los impactos medioambientales más importantes lo constituía el vertido de las aguas residuales a los depósitos, ya que se generaba una gran cantidad de residuos que debían ser gestionados mediante un gestor autorizado. Por este motivo, la opción de mejora propuesta es la instalación de una planta depuradora de aguas residuales.

Indicadores previos

El indicador de ecoeficiencia asociado al proceso de referencia es la generación de residuos líquidos:

Indicador	Unidad	Valor inicial
Generación de residuos líquidos (1)	kg/año	950.400

(1) Se ha estimado que la cantidad de residuos líquidos que se producen es de 60 l por empleado y día y que la densidad de estos es de 1 g/m³.

Principales características del nuevo proceso

La mejora seleccionada a implantar en la industria Zafrilla S.L. es la instalación de una Estación Depuradora monobloque, realizada en una cuba de PRFV que utiliza el principio de aireación prolongada, con recirculación y extracción automática del fango biológico estabilizado.

El funcionamiento de la estación depuradora es el siguiente:

► Pretratamiento

El agua residual a su llegada a la planta pasa a través de una reja de desbaste para separar del circuito de agua los sólidos con diámetro superior a 40 mm, tales como trapos, plásticos, etc.

Los residuos se verterán sobre un escurridor para permitir su secado, tras lo cual se gestionarán junto con el resto de los residuos asimilables a urbanos.

► Tratamiento biológico

Aireación

El agua pasa posteriormente al recinto de aireación donde se efectúa el proceso de depuración propiamente dicho.

Mediante la aportación de oxígeno y la recirculación del fango biológico, se consigue la formación de un medio adecuado para el desarrollo de colonias microbianas de tipo aerobio, capaces de degradar la materia orgánica que contiene el agua residual.

El tiempo de duración del proceso debe ser suficiente y suele ser aproximadamente de 20 a 24 horas, o mientras haya aporte de agua residual.

Decantación secundaria

El líquido mezcla (formado por agua residual y fango activado), ya tratado biológicamente, pasa al recinto de decantación cuyo diseño está especialmente calculado para que la velocidad ascensional sea de 1 m/hora aproximadamente, permitiendo de esta forma que los flóculos, por su mayor peso, sedimenten en el fondo. Los paramentos laterales tendrán la suficiente inclinación para facilitar el deslizamiento de los mismos.

El agua clarificada fluye hacia la salida a través de un aliviadero mientras el fango, por su mayor peso, se deposita en el fondo, obteniéndose con ello la separación deseada.

Recirculación de fangos

El fango sedimentado en el decantador se recircula al recinto de aireación, para permitir, tal como se ha indicado, la activación del fango fresco y obtener así el tratamiento biológico deseado.

Cuando la concentración de fangos en la estación sea excesiva, deberán extraerse para su posterior deshidratación.



Situación depósito nº 3

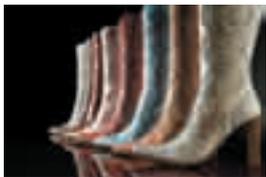


Emplazamiento de la estación depuradora de aguas residuales frente a la zona de aparcamiento



Situación del depósito nº 1

Indicadores de ecoeficiencia del nuevo proceso



Balance económico del proyecto

Gastos

► Tratamiento de fangos

Los fangos producidos en exceso se concentrarán en un espesador estático. El líquido sobrenadante se retorna a la entrada de la estación y el fango espesado se conduce a una pequeña era de secado situada en una zona ajardinada dotada de acceso para el camión de recogida. La operación de retirada del fango será anual coincidiendo con el final de la época estival.

La instalación de la depuradora exigirá la construcción de colectores que partiendo de los depósitos existentes, conduzcan el agua residual hasta el emplazamiento de la depuradora. El efluente de la misma, una vez tratado se llevará mediante colector hasta un pozo de infiltración, previa autorización de la Confederación Hidrográfica.

Cuando, en el futuro, se construya la infraestructura de saneamiento público, el efluente tratado podrá llevarse a la red de saneamiento.

Los indicadores de ecoeficiencia del nuevo proceso de depuración de aguas residuales son:

Indicador	Unidad	Valor inicial	
Vertido de aguas residuales: DBO ₅	mg/l	333 (2)	25
Vertido de aguas residuales: DQO	mg/l	500 (2)	125
Vertido de aguas residuales: Sólidos en suspensión	mg/l	666 (2)	35
Generación de residuos	kg/año	950.400	170,82 (1)

(1) La generación de residuos tras la implantación de la mejora propuesta son los fangos en exceso producidos en la planta depuradora.

(2) Teniendo en cuenta un consumo de 60 l por trabajador y día y unas características de calidad media de aguas residuales urbanas.

Gracias a la implantación de la mejora proyectada, las aguas residuales generadas en la industria van a ser depuradas. Con ello se consigue una disminución de la carga contaminante de las mismas para poder verterlas a terreno, en lugar de retirarlas como residuo mediante gestor autorizado.

Además, con la instalación de la planta depuradora se disminuye notablemente la cantidad de residuos generados y que es necesario gestionar. Por otra parte, estos fangos generados en la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) se encuentran estabilizados biológicamente por lo que podrán trasladarse a la EDAR de Yecla tras ser espesados y deshidratados, para desde allí acceder a su destino final que podría ser una planta de compostaje de lodos para su reutilización como material de uso agrícola.

La inversión necesaria para realizar la mejora propuesta asciende a 44.079,57€ (sin incluir el Impuesto sobre el Valor Añadido).

Los gastos de mantenimiento anual considerando un 2% de la inversión inicial en equipos mecánicos y un 0,5% de la inversión inicial en Obra Civil ascienden a la cantidad de 542,02 €.

Los gastos de explotación anual corresponden al coste del consumo de energía eléctrica de la planta depuradora y al coste de gestión de los residuos. Los costes de gestión de los fangos estabilizados generados se estiman en 240 € al año. No considerándose los gastos de personal ya que la labor de retirada de residuos de desbaste se realizará con el mismo personal de mantenimiento actual.

En cuanto al coste del consumo de energía eléctrica, se ha calculado teniendo en cuenta que la instalación tiene una potencia instalada de 1,1 kW, con un funcionamiento de 50 horas semanales. Se ha considerado que el precio unitario de la energía eléctrica es de 0,08 €/kWh. Por tanto, el coste anual del consumo de energía eléctrica es de 228,8 €/año.

Por tanto, los gastos de explotación son 468,8 €/año.

Así, los gastos totales anuales ascienden a la cantidad de 1.010,82 €.

Ingresos

La mejora propuesta supone un ahorro a la empresa cifrado en 2.400 €/año, correspondientes a la retirada de los residuos líquidos generados en la actualidad.

Rentabilidad de la inversión

Los criterios aplicados para valorar la rentabilidad de la inversión han sido el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR). Se ha considerado a su vez un interés bancario del 5 % (constante a lo largo del tiempo) para comparar las ganancias que el dinero invertido generaría con dicho tipo de interés.

El valor obtenido para el VAN ha sido de - 23.140 €, que es < 0 , luego la inversión no es rentable. Por otra parte un TIR negativo de -2,93% indica la baja viabilidad económica de la inversión.

El tiempo en el que se recuperaría el desembolso inicial (Periodo de Retorno de la Inversión) es de 31,73 años.

En resumen, el periodo de retorno de la inversión es de 31,73 años, siendo el VAN menor que cero y el TIR menor que el interés considerado (5%) a los 15 años de amortización, por lo que la inversión no se consideraría rentable económicamente.

No obstante, a la hora de decidir acerca de la realización del proyecto, es necesario tener en cuenta, además de la rentabilidad de la inversión a corto plazo, los beneficios medioambientales que se obtienen con su implantación, gracias a la reducción de la carga contaminante de las aguas residuales y a la disminución de la cantidad de residuos.



10<

Referentes para la calidad ambiental y
la ecoeficiencia del Sector de
la Industria en Murcia

Tintorerías y lavanderías



10. Tintorerías y lavanderías

>> 10.1. Introducción al sector



El sector de tintorerías y lavanderías está incluido en el sector de servicios personales y se caracteriza por ofrecer servicios de limpieza de todo tipo de prendas, de textil y de artículos de piel.

El término lavandería se refiere al proceso de limpieza en agua, mientras que el de tintorería alude a la limpieza en seco.

Esta actividad consiste en la entrega de las prendas (de vestir, de hogar y otros) para su conservación e higienización, tratándolas de la forma más adecuada en cada caso, con servicio de planchado y empaquetado para su entrega final al cliente.

Las tintorerías y lavanderías convencionales realizan los servicios en el mismo local donde se entrega la ropa. En ocasiones se envía a una instalación centralizada, sobre todo si se trata de establecimientos que pertenecen a la misma empresa.

Las lavanderías industriales ofrecen un servicio integral y se diferencian del resto del sector por el colectivo al que se dirigen, por el tipo de ropa y por los volúmenes que manejan. Por ello disponen de equipos con capacidades orientadas a la producción industrial.

Esta actividad se rige por el Reglamento Regulador de los Servicios de Limpieza, Conservación y Teñido de Productos Textiles de Cueros, Pielés y Sintéticos (Real Decreto 1.453/1987, de 27 de noviembre), que regula la disponibilidad de la documentación del servicio para el público, la entrega de resguardo de prendas, exhibición de horarios, de precios y otras responsabilidades del local en cuanto a garantías, seguros y sistemas de reclamación.

El cambio en los años 90

Hasta hace unos años, el sector estaba formado exclusivamente por tintorerías tradicionales. Esta situación de estancamiento de las tintorerías y lavanderías tradicionales sufrió un cambio en los años 90, con la aparición de las franquicias que aportaron al sector calidad y rapidez a bajo precio, lo que provocó una situación de gran competencia.

Durante este tiempo el concepto de tintorería ha ido evolucionando, de manera que si antes se acudía para la limpieza de ciertos artículos que de otro modo no podían limpiarse, con la aparición de franquicias los precios se han vuelto más asequibles, existiendo una mayor demanda de este mercado. Así, si en la situación anterior en España la media de prendas por persona y año era inferior a dos, actualmente este promedio se ha elevado a 8 prendas.

Actualmente existe en el sector una tendencia hacia una mayor incorporación de controles de proceso automatizados y la aplicación de pautas de trabajo orientadas a la protección ambiental y la conservación del medio ambiente. Ejemplos de esto son la utilización de nuevos productos químicos y de nuevas técnicas.

>> 10.2. El sector en Murcia

Según la información facilitada por la Asociación de Tintorerías y Lavanderías de la Región de Murcia (ASTYLMUR, www.astylmur.com), en la Región existen 165 tiendas principales y despachos del sector. De estos, 110 son establecimientos asociados a ASTYLMUR.

El 85 % de las empresas disponen de un único establecimiento y empleado y son empresas de carácter familiar. El número medio de empleados por centro es de 2-3 personas.

>> 10.3. Descripción del proceso



El proceso de lavado de las prendas comprende varias etapas:

- ▶ **Clasificación de las prendas:** Las prendas se inspeccionan y se clasifican de acuerdo con su peso, color, acabado y tipo de tejido antes de cargar las máquinas.
- ▶ **Desmanchado:** Consiste en identificar las manchas de las prendas para someterlas a un tratamiento específico en función de la ropa y su nivel de suciedad.

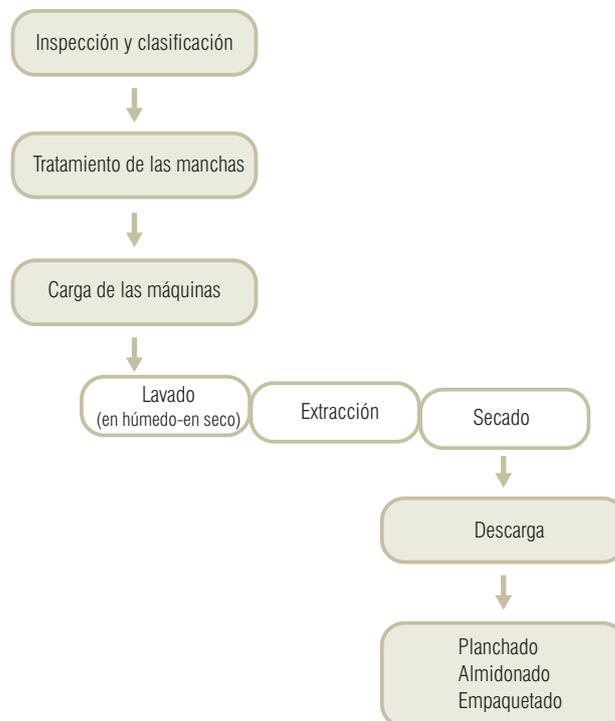
Las manchas visibles se tratan antes o después del lavado con varios productos químicos, dependiendo del tipo de mancha.

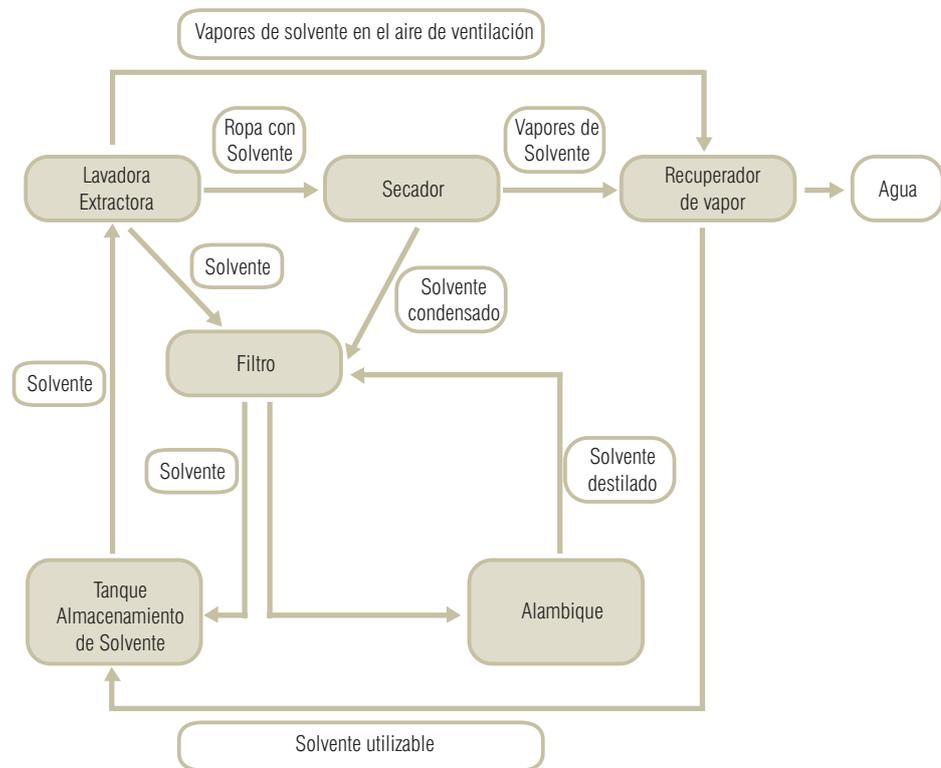
- ▶ **Limpieza:** La limpieza consta de tres pasos: lavado, extracción y secado. En el proceso de limpieza en húmedo (lavandería) se utilizan detergentes, agua y, en algunos casos, vapor.

En la limpieza en seco (tintorerías) se añade detergente y agua al disolvente para ayudar a eliminar la suciedad. Las prendas se introducen manualmente en la máquina y la solución limpiadora se inyecta automáticamente. El contenido de la máquina se agita durante un tiempo y después se centrifuga a gran velocidad para extraer el agua o el disolvente y se seca en máquinas de tambor. La ropa se introduce en la máquina junto con el percloroetileno (PERC), que actúa como un disolvente, siendo un producto volátil y que ayuda a que la prenda salga seca sin que haya una alteración de colores.

- ▶ En la última fase del acabado, se procede al planchado, almidonado y empaquetado para su entrega a los clientes.

Representación gráfica del proceso de limpieza



Esquema de lavado en seco

>> 10.4. Aspectos medioambientales del sector

El principal impacto de lavanderías y tintorerías deriva del importante consumo de agua, de las aguas residuales que genera y de la utilización de productos peligrosos en el proceso de lavado.

Aspectos medioambientales del sector de tintorerías y lavanderías

- Consumo de agua
- Vertido de aguas residuales
- Utilización y almacenamiento de productos peligrosos
- Emisión de COV
- Consumo de energía
- Envases de productos peligrosos

Los riesgos ambientales y de salud pública han producido en los últimos años cambios notables en las normativas ambientales que afectan al sector de la limpieza en seco. Los apartamentos y locales comerciales contiguos pueden estar expuestos a los vapores de PERC por difusión a través de las paredes o los techos, a través de las aberturas de entrada de aire en los techos, los huecos para el paso de las tuberías o las salidas de humos, y a través de las emisiones de PERC al exterior que entran de nuevo al inmueble a través de las ventanas abiertas o de los sistemas de ventilación.

Los derrames que pueden producirse durante el traslado de los disolventes del camión de reparto a la máquina de limpieza en seco pueden contaminar la tierra o el agua subterránea.

En muchos países existen actualmente normativas estrictas para controlar la exposición y las emisiones de PERC debido a los riesgos para la salud y para el ambiente asociados a él. En respuesta a estas normativas, los procesos de limpieza en seco están cambiando. Ahora se han mejorado los sistemas de purificación de los disolventes y de recuperación del vapor; se están elaborando otros disolventes y diseñando nuevos métodos de limpieza con inmersión en agua para limpiar prendas tradicionalmente tratadas con disolventes.



>> 10.5. Experiencias de éxito relevantes para el sector

Las medidas ecoeficientes recogidas en las experiencias de éxito se centran en la reducción del consumo de agua, energía y productos tóxicos, y en la minimización de los efectos derivados de las emisiones de percloroetileno y la reducción de la cantidad de residuos producidos.

10.5.1. Minimización del vertido de aguas residuales mediante un sistema de recirculación de agua: BUGADERIA OLÍMPICA, S.A.

Bugaderia Olímpica S.A. es una empresa dedicada a la actividad de lavado y planchado industriales de ropa, localizada en la localidad de Castellví de Rosanes (Barcelona). La ropa procede básicamente de hoteles, con una pequeña proporción de ropa de trabajo y uniformes de otras empresas.

Antes de la implantación de la experiencia de éxito las aguas eran vertidas después de cada lavado directamente a la red de alcantarillado, sin realizar ningún tipo de recirculación. Por lo tanto, los detergentes y suavizantes se vertían con las aguas residuales.

El proyecto planteado consiste en una recirculación del agua de lavado, introduciendo un proceso físico-químico que permite reciclar el 80% del agua y recuperar parte del detergente y del suavizante empleados en el proceso de lavado. El efluente final se somete a un tratamiento biológico que permite su utilización en operaciones tales como la limpieza de filtros y puede, en el futuro, permitir alcanzar un 90% de reciclado del agua.

La implantación de las medidas ecoeficientes se realizó por etapas empezando por la recirculación de las aguas procedentes del proceso de lavado de la ropa con una filtración, que provocó problemas tanto en la calidad del agua como de colapso de los filtros. De manera que se instalaron el tamizado y el tratamiento físico-químico, que clarifica el agua pero no destruye los detergentes. Finalmente se instaló el tratamiento biológico (y deshidratación de fangos) del agua de purga de la recirculación.

Con el tratamiento parcial del agua para recirculación, se consigue aprovechar su contenido en detergentes y suavizantes y su contenido energético.

Así, sólo es necesario depurar de forma completa el agua de purga de la recirculación, que supone un 5% del caudal. Se consigue la recirculación de más del 80% del agua utilizada, sin deterioro de la calidad del lavado de la ropa.

Los estudios, pruebas y desarrollo, así como la implementación en planta tuvieron una duración de unos 3 años. En términos económicos, la actuación realizada supuso una inversión de 251.824,07 €.

En la siguiente tabla se indican las mejoras conseguidas con la implantación del nuevo proceso.

Indicador	Situación antigua	Nueva situación	Mejora
Consumo de agua	20 m ³ /h	4 m ³ /h	Disminución 80%
Consumo de detergentes	ND	ND	Disminución 11.737 kg/año
Consumo de suavizantes	ND	ND	Disminución 5.547 kg/año
Consumo de energía	ND	ND	Disminución 114,2 tep/año
DQO de vertido	ND	ND	Disminución 240 mgO ₂ /l
MES (materia en suspensión) del vertido	ND	ND	Disminución 20 mg/l
Emisión de gases de combustión	ND	ND	Disminución 12%

ND= No hay datos disponibles

Indicadores de eficiencia del nuevo sistema

Beneficios medioambientales

Por lo tanto, los principales beneficios medioambientales alcanzados fueron los siguientes:

- ▶ Reducción del consumo de agua en un 80%.
- ▶ Disminución de la carga contaminante del agua residual vertida al río.
- ▶ Reutilización de excedentes de detergente y suavizante que antes se vertían con las aguas residuales. Reducción de un 22% del consumo de detergentes y suavizantes.
- ▶ Ahorro de energía, por menor consumo de combustible en las calderas de producción de agua caliente/vapor, lo que también conlleva que se produzcan menos emisiones a la atmósfera. Ahorro de energía, al recircular el agua a 35°C después del lavado, frente a los 20°C del agua bruta.

Beneficios económicos

Esta nueva tecnología representa un ahorro de costes para la empresa de 41.252,81 € anuales, que se desglosan en los siguientes conceptos:

- ▶ Ahorro de agua (por su coste y el canon de vertido) del 80%, lo que equivale a 9.686,14 € al año.
- ▶ Ahorro de detergentes y suavizantes (22% del consumo) que supone un ahorro de 16.369,84 € al año.
- ▶ Ahorro de energía (1,35 x 106 termias/año) de 15.196,82 € al año.

Un beneficio económico adicional es que la depuradora biológica final tiene una dimensión de sólo el 15% de la depuradora inicialmente necesaria

Para más información sobre esta experiencia de éxito contactar con la empresa Bugadería Olímpica.

Persona de contacto: Rafael Espinola
C/ Francia, 6-8 Polígono Industrial Rosanes
08769 Castellví de Rosanes (Barcelona)
Tel. 93 775 37 00 / Fax 93 775 47 99



10.5.2. Minimización del consumo de productos tóxicos: COYNE TEXTILE SERVICES

Coyne Textile Services es un servicio de lavandería industrial especializado en la limpieza de uniformes, alfombras y toallas. Esta industria está localizada en New Bedford (Massachusetts, EE UU) donde lleva trabajando más de 40 años y cuenta con 90 empleados.

En Coyne Textile Services, como en la mayoría de las lavanderías industriales, la ropa sucia es recogida y transportada desde las instalaciones del cliente a las instalaciones de la industria para su lavado.

Antes de la implantación de la mejora no se realizaba ninguna inspección de las prendas previa al lavado. Esto provocaba que, con frecuencia, las prendas que se recibían en el servicio de lavandería se encontraban empapadas con diferentes productos. Esta ropa presentaba mayor grado de suciedad y mayor carga contaminante por lo que se necesitaban varias cargas para lavar toda la colada, saturando así el sistema de tratamiento de aguas residuales.

Coyne Textile Services empezó a estudiar la posibilidad de minimizar el consumo de las sustancias tóxicas en sus instalaciones. Como querían mantener los procesos existentes de lavado y de tratamiento de aguas residuales, los estudios se centraron en el tratamiento de la ropa antes del lavado.

Implantación de la mejora: El sistema de "no-goteo"

Para evitar el recibir prendas demasiado sucias que hubieran estado empapadas con distintos productos, la empresa implantó una política de "no-goteo" en la recepción de coladas. Para implantar esta nueva política se proporciona a los clientes un barril con una capacidad de 113,4 litros provisto de un falso fondo. Todo lo que gotee de la colada se recoge en el falso fondo del barril, siendo su eliminación responsabilidad del cliente.

También se instaló un extractor, consistente en una prensa hidráulica, para extraer el líquido que quedara. La instalación del extractor no requirió espacio adicional ya que se integró fácilmente en el flujo de entrada de la colada, extrayendo más de 22,7 kg de líquido por cada 350 toallas sucias. Los líquidos extraídos por la prensa hidráulica son conducidos a un tanque de lodos donde se mezclan con los lodos procedentes del tratamiento de las aguas residuales.

Con estas dos medidas de minimización de residuos se consiguió reducir significativamente la cantidad de suciedad que se incorpora junto a las prendas en el proceso de lavado, permitiendo que se pudieran añadir más prendas en cada carga de lavado. Por lo tanto se consiguió reducir el número de lavados que se realizaban al día y disminuir el consumo de productos asociados al proceso.

Además, se eliminó la necesidad de volver a lavar unos 5-6 lotes semanales, minimizando así la cantidad de productos químicos utilizados tanto en el lavado como en la depuración de aguas residuales.

El coste total del extractor fue de 54.010 €, incluyendo el coste de la instalación.

Indicadores de ecoeficiencia del nuevo sistema

Los indicadores medioambientales identificados para evaluar la eficiencia del nuevo proceso son los siguientes:

- ▶ Consumo anual de hidróxido de potasio: En el proceso de lavado se ahorran 6.810 kg anuales de hidróxido de potasio.
- ▶ Consumo anual de ácido sulfúrico: Para el tratamiento del agua residual se ahorran 1.589 kg de ácido sulfúrico.
- ▶ Consumo anual de cloruro férrico: Para el tratamiento del agua residual se ahorran 544,8 kg de cloruro férrico.
- ▶ Emisión de Compuestos Orgánicos Volátiles: Las nuevas medidas permiten una disminución de las emisiones.
- ▶ Consumo anual de agua: Se consumen 7.560 m³ menos que en el proceso antiguo.
- ▶ Producción de residuos: Se genera una menor cantidad de residuos, al disminuir el número de lavados por semana.

Beneficios económicos

Se ha conseguido un ahorro de más de 22.000 € anuales:

- ▶ La reducción de 6.810 kg anuales de hidróxido de potasio suponen un ahorro de 12.602,4 €.
- ▶ El hecho de no tener que volver a lavar 5-6 lotes semanales supone un ahorro de 600 horas de trabajo que se traducen en 8.641,64 € anuales.
- ▶ También hay ahorros adicionales por la disminución del consumo de agua.

Coyne Textile Services ha calculado que el periodo de retorno de la inversión realizada (54.010,26 €) es inferior a tres años.

Con la implantación de unas técnicas simples pero efectivas de minimización del consumo de sustancias tóxicas, además de reducir el consumo de productos y de agua, se ha conseguido una mejora de las condiciones de seguridad en el lugar de trabajo y un importante ahorro económico anual para la empresa.

Para más información sobre esta experiencia de éxito consultar www.state.ma.us (Oficina de Asistencia Técnica. Oficina de Asuntos Medioambientales de Massachussets).

10.5.3. Disminución del consumo de energía por instalación de un sistema de recuperación de calor del agua residual KEMCO: DUNLOP DESIGN ENGINEERING LTD

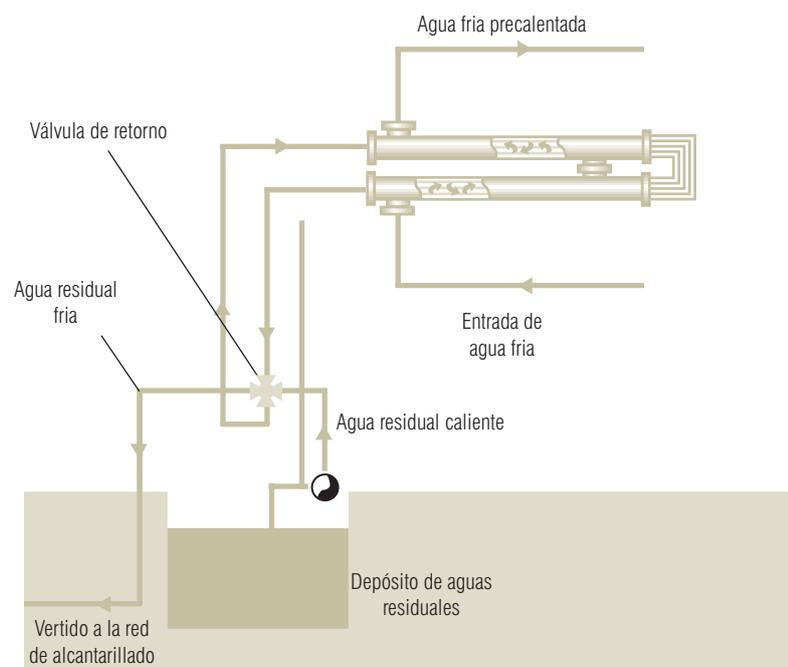
Dunlop Design Engineering Ltd. se dedica al diseño e instalación de equipos de limpieza, siendo proveedores de las principales tintorerías y lavanderías de Irlanda en los últimos 30 años. Este estudio de caso se ha desarrollado en una lavandería industrial, de la que se desconocen los datos.

Generalmente el proceso de lavado requiere un aporte de calor. Antes de la implantación de la mejora era necesario calentar el agua fría antes de su uso en el lavado; posteriormente era vertida directamente a la red de alcantarillado.

En la lavandería industrial objeto del presente estudio, se comprobó que la energía contenida en el agua vertida era de 1.200 (kW/h, lo que suponía casi el 35% de la facturación total de energía (unos 39.644,22 € anuales).

Se instaló un Sistema de Recuperación de Calor del Agua Residual KEMCO para recuperar la energía en forma de calor contenida en el agua vertida y utilizarla en el precalentamiento del agua fría de entrada en el proceso de lavado de prendas.

Sistema de recuperación de calor del agua residual



Una de las ventajas que proporciona este sistema es que no ocupa espacio adicional ya que está diseñado para ser montado tanto en paredes como en techos. Además, su construcción en acero inoxidable asegura una resistencia óptima a la corrosión y una mayor vida útil.

Indicadores de ecoeficiencia del nuevo sistema

Este sistema de recuperación de calor puede ser aplicable a cualquier lavandería industrial cuyas aguas residuales presenten una elevada temperatura y sean vertidas a la red de alcantarillado sin ningún tratamiento previo.

Con el Sistema de Recuperación de Calor del Agua Residual KEMCO se consigue una reducción en el consumo de energía necesaria para el proceso de lavado. Esto supone igualmente una menor liberación de emisiones de CO₂ y otros contaminantes a la atmósfera.

No existen datos disponibles para cuantificar ambos aspectos.

Beneficios económicos



Para más información sobre esta experiencia de éxito consultar <http://www.dunlopdesign.com>

10.5.4. Ahorro de energía por instalación de una bomba de calor: SUPER WASH HOUSE

Super Wash House es una lavandería situada en la localidad de Knoxville (EE UU). La lavandería ocupa una superficie de 418 m², y dispone de 50 lavadoras y 43 secadoras. El proyecto de ecoeficiencia que se presenta a continuación fue premiado por la Sociedad Americana de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE).

Antes de la instalación de la bomba de calor para la producción de agua caliente, la empresa utilizaba calderas.

La implantación de la mejora consistió en la instalación de un calentador de agua tipo bomba de calor, para suministrar aire acondicionado con un bajo coste operativo. Así se eligió una bomba de calor de 17,6 kW. Esta bomba de calor puede funcionar de tres formas principalmente:

- ▶ Como calentador de agua y aire acondicionado (modo *reciclaje*),
- ▶ en modo de *calefacción*, y
- ▶ en modo *refrigerador*.

El funcionamiento de la bomba en modo *reciclaje* es el más eficiente por dos razones. Primero, porque cumple las funciones de aire acondicionado y calentador de agua al mismo tiempo. Y además, el agua fría que entra en los tanques de almacenamiento mantiene la temperatura de condensación y la presión bajas, lo que reduce el trabajo que debe realizar el compresor.

El coeficiente global medio de funcionamiento (COP) de la bomba de calor es de 4,3. Cuando trabaja en el modo más eficiente, modo *reciclaje*, el trabajo útil total es de 4,4 (calefacción) y 3,3 (refrigeración) para un total de 7,6 unidades de salida por cada unidad de entrada de energía (electricidad). La bomba de calor trabaja de forma que filtra el aire de forma casi continua. Por esto los filtros se deben cambiar con una mayor frecuencia. Como la presión de trabajo es baja, la bomba casi no se fuerza, alargando la vida útil y disminuyendo los costes de mantenimiento de la misma.

La instalación del nuevo sistema tuvo un coste de 11.702 €.

Indicadores de ecoeficiencia del nuevo sistema

Los indicadores medioambientales identificados son los siguientes:

- ▶ Consumo anual de agua: No se dispone de datos del presente indicador.
- ▶ Consumo anual de energía eléctrica: Ver tabla adjunta.
- ▶ Producción anual de energía térmica: Se producen 273,6 GJ. Ver tabla adjunta.

En la siguiente tabla se compara la situación actual con la situación anterior a la instalación de la bomba de calor:

Indicador	Situación anterior	Nueva situación	Mejora
Consumo anual de agua	ND	3,27x10 ³ m ³	-
Consumo anual de energía eléctrica	526,9 GJ	65,3 GJ	Disminución 87,6%
Producción anual de energía térmica	273,6 GJ	281,7 GJ	Aumento 3%

ND= No hay datos disponibles

Como puede observarse, la instalación de una bomba de calor supone una disminución significativa en el consumo de energía eléctrica.

Beneficios económicos

Durante el primer año se produjo un ahorro de 3.700 € en el consumo de gas y electricidad.

Además, la bomba de calor cuesta entre la tercera parte y la mitad que una caldera de gas natural por millón de BTU producido. La bomba de calor instalada es una de las más eficientes del mercado, lo que permite una rápida recuperación de la inversión. Así, el periodo de retorno se ha calculado en 3,3 años.

Para más información sobre esta experiencia de éxito consultar <http://caddet-ee.org> (CADET. Eficiencia Energética)

>> 10.6. Proyecto de implantación de una mejora de ecoeficiencia en Murcia

Para la elaboración del presente proyecto de ecoeficiencia en el subsector de tintorerías y lavanderías se ha utilizado una lavandería industrial tipo.

En la lavandería, ubicada en una de las pedanías de la ciudad de Murcia, se realiza el lavado, secado y planchado de la ropa de cama y de restauración de diversos hoteles y restaurantes situados en la ciudad.

Para ello dispone de los siguientes equipos:

- ▶ 5 lavadoras de 55 kg de carga
- ▶ 1 lavadora de 110 kg de carga
- ▶ 5 secadoras de 55 kg de carga
- ▶ Varias calandras

Objetivos del proyecto

El proyecto tiene por objeto el desarrollo a nivel técnico y económico de una mejora a introducir en el proceso productivo, de tal forma que dicha mejora represente un beneficio medioambiental y por otra parte mejore el aspecto productivo de la empresa en cuestión, es decir, que cumpla los dos condicionantes de ecoeficiencia y sostenibilidad.

Para ello, se ha estudiado el modo de trabajo en las instalaciones de una lavandería industrial tipo, con el fin de reducir el consumo energético y/o de materias primas de forma que se minimice el impacto medioambiental de la actividad, a la vez que se obtienen unos mayores beneficios económicos.

En este sentido, lo que se ha buscado es el modo de reducir el consumo eléctrico para el calentamiento del agua de lavado, aprovechando en su lugar una energía que actualmente se desperdicia: el calor residual de los humos de salida de la caldera de aceite térmico para secado.

Así mismo, se tratará de reducir el consumo de agua en los ciclos de aclarado.

10.6.1. Descripción del proceso de referencia

La lavandería "tipo" que hemos tomado como referencia para la realización de este proyecto tiene las siguientes características de funcionamiento:

Lavado:

- ▶ Nº lavadoras: 5 de 55 kg de carga
1 de 110 kg de carga

Nota: A efectos de este proyecto y del consumo de agua, la lavadora de 110 kg se equipará a 2 lavadoras de 55 kg. Por lo tanto se considera que hay 7 lavadoras.

- ▶ Ciclo de lavado:
 - Por cada carga se efectúa: 1 lavado con agua caliente o fría, según el programa. Para el diseño de la mejora se considera $T^{\text{a}} \text{ lavado} = 90^{\circ}\text{C}$
 - 4 aclarados con agua fría
 - Duración estimada: 2 horas + 1 hora de carga/descarga
- ▶ Conexión de agua: actualmente 1 entrada de agua tratada (blanda)
- ▶ Consumo de agua
 - Volumen de agua por cada operación de lavado o aclarado: 365 litros por lavadora
- ▶ Nº lavadoras diarias:
 - 12h. trabajo/día
 - 3h./lavadora
 - x 7 lavadoras = 28 lavadoras/día

Nota: Se ha considerado que en la lavandería se trabaja en dos turnos de seis horas cada uno.

- ▶ Actual sistema de calentamiento del agua: Cada lavadora dispone de una resistencia eléctrica de 36 kW.

Secado:

- ▶ Nº Secadoras: 5 de 55 kg de carga

- ▶ Ciclo de secado: 1 hora + 1 hora carga/descarga
- ▶ Sistema de calentamiento de aire en calandras: aceite térmico de caldera

Tª aire en calandras: 170-180°C

Potencia térmica caldera de aceite térmico:

Consumo estimado por secadora: 63.000 kcal/h

$$\frac{63.000 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} \times 5 \text{ secadoras}}{2\text{h/ciclo secado}} = 157.500 \text{ kcal/h}$$

- ▶ Temperatura aceite térmico:

Entrada: 200°C

Salida: 230°C

- ▶ Temperatura humos:
 - Salida caldera: 480°C
 - Salida cambiador ac. térmico: 240°C
- ▶ Caudal de humos: 2.633 kg/h
- ▶ Potencia caldera: 322.000 kcal/h
- ▶ Combustible: Gas natural
- ▶ Consumo: 33,4 m³/h

Indicadores de ecoeficiencia asociados al proceso de referencia



En la siguiente tabla se muestran los indicadores de ecoeficiencia asociados al proceso de referencia:

Indicador	Unidad	Valor inicial
Consumo de agua en operaciones de lavado y aclarado	m ³ /año	12.264
Consumo específico de agua en operaciones de lavado y aclarado (2)	m ³ /kg ropa lavada	0,034
Caudal de vertido de aguas residuales generado en operaciones de lavado y aclarado	m ³ /año	12.264
Caudal específico de vertido de aguas residuales generado en operaciones de lavado y aclarado (2)	m ³ /kg ropa lavada	0,034
Coste del consumo del agua en operaciones de lavado y aclarado (1)	€/año	6.561,24
Coste específico del consumo del agua en operaciones de lavado y aclarado (1) (2)	€/kg ropa lavada	0,018
Consumo de electricidad en operaciones de lavado en caliente	kWh/año	176.376
Consumo específico de electricidad en operaciones de lavado en caliente (2)	kWh/kg ropa lavada	0,477
Coste del consumo de electricidad en operaciones de lavado en caliente	€/año	12.347
Coste específico del consumo de electricidad en operaciones de lavado en caliente (2)	€/kg ropa lavada	0,0334
Temperatura de los gases de combustión emitidos a la atmósfera por la caldera de gas natural	°C	240

(1) Se ha considerado que el precio del m³ de agua es de 0,535 €.

(2) Igualmente, para realizar los cálculos, se ha considerado que las lavadoras funcionan siempre a plena carga y que la instalación funciona 240 días al año a plena capacidad (es decir, se realizan 28 lavados diarios).

Opciones de mejora

Los iones calcio y magnesio que le confieren dureza al agua resultan perjudiciales en el proceso de lavado. Sin embargo, durante el aclarado, la utilización de aguas duras supone una ventaja.

La segunda alternativa de mejora se centra en el calentamiento del agua de lavado.

Tras el estudio de proceso de trabajo en una lavandería industrial, desde el punto de vista de su ecoeficiencia, se han desarrollado en el presente proyecto barajado dos opciones para la mejora de la misma: reducción del consumo de agua y reducción del consumo eléctrico.

La primera se consigue cambiando el tipo de agua utilizada en las lavadoras para los procesos de aclarado. Actualmente se utilizan aguas blandas (se trata el agua mediante descalcificación para la eliminación de Ca y Mg) tanto para el lavado como para los aclarados.

Los iones calcio y magnesio que le confieren dureza al agua resultan perjudiciales en el proceso de lavado, puesto que por una parte son agentes complejantes con los jabones e inhiben la formación de espumas y por otra parte, trabajando con alta temperatura (hasta 90°C), pueden precipitar en forma de sales sobre la ropa.

Sin embargo, durante el aclarado, que se realiza en frío, la utilización de aguas duras supone una ventaja, ya que captura el jabón mejorando el proceso de aclarado. En consecuencia, utilizando agua tratada para el lavado y agua sin tratar para el aclarado, se reduce el consumo de agua ya que sería suficiente con realizar 3 aclarados en lugar de los 4 que se realizan actualmente con agua blanda.

Con ello se consigue una reducción notable del consumo de agua y del caudal de vertido de aguas residuales, con la correspondiente mejora medioambiental y económica. Además, aunque en este caso no se van a cuantificar estas mejoras, al reducirse la cantidad de agua que es necesario descalcificar, también se reduce la cantidad de sal utilizada para ello, así como el consumo de energía eléctrica del proceso de descalcificación, generándose también menor cantidad de residuos de resinas intercambiadoras de la descalcificadora.

Considerando los datos de funcionamiento de la lavandería expuestos anteriormente, se ha propuesto también la opción de aprovechamiento del calor de los gases de combustión emitidos por la caldera de gas natural (una vez calentado el aceite térmico para las secadoras), para calentar el agua de las lavadoras.

Se dispone de la potencia calorífica de los gases de combustión de la caldera que es de 2.633 kg/h a 240°C. Si bajamos la temperatura de estos gases hasta 160°C (límite mínimo al que se puede disminuir la temperatura para evitar condensaciones ácidas debido a los productos de combustión tales como el SO₂), podemos aprovechar 52.660 kcal/h que, considerando el consumo medio de agua necesaria para el lavado (0,852 m³/h), nos permite aumentar su temperatura hasta 82°C como media.

De esta forma, se mejora la ecoeficiencia de la lavandería: se reduce el consumo de energía eléctrica necesario para elevar la temperatura del agua hasta una media de 90 °C para el lavado en caliente, con la consiguiente reducción tanto en el impacto medioambiental de la actividad como en los costes de operación.

Además, con esta medida también se aprovecha la energía de una corriente residual y se vierten los gases a la atmósfera a menor temperatura.

10.6.2. Descripción de la solución adoptada

Se han propuesto dos mejoras a implantar en la lavandería industrial: utilización de aguas duras para los aclarados y aprovechamiento de la capacidad calorífica de los gases de combustión de la caldera para el calentamiento de las aguas del proceso de lavado en caliente.

En el primer caso, el proyecto consiste en llevar una nueva toma para agua dura (sin tratar) a cada lavadora para los aclarados en frío.

Consideramos que, como es común en lavadoras industriales, se dispone de entradas separadas para agua caliente y fría en cada lavadora, permitiendo seleccionar aguas duras y aguas blandas para cada una de las entradas.

Por tanto, se conectará la toma de agua fría de las lavadoras a la red de agua bruta sin tratar (aguas duras) y la toma de agua caliente a la nueva línea de agua tratada caliente, que se va a instalar dentro de la segunda mejora ecoeficiente propuesta.

La segunda mejora seleccionada consiste en la instalación de un circuito de calentamiento de agua tratada con los gases de escape de la caldera de aceite térmico. Para ello, se instala un depósito acumulador de agua caliente (D-001) de 2 m³. De él se envía el agua a 90°C hasta las lavadoras mediante una bomba B-001, instalando las tuberías de conexión entre la toma de agua y el depósito, y entre éste último y la entrada de agua a las lavadoras.

Para calentar y mantener la temperatura del agua a 90°C, se la hace recircular a través del nuevo intercambiador de calor E-001. En él, los gases de salida de la caldera le ceden su calor residual. Ya que este intercambiador de calor sólo permite elevar la temperatura del agua hasta 82° C, se necesita elevar la temperatura hasta los 90 °C utilizando energía eléctrica.

La regulación de la temperatura se hará a través de una válvula termostática de 3 vías. Ésta mantendrá la temperatura aguas arriba (es decir en el depósito acumulador) mediante by-pass del cambiador.

Indicadores de ecoeficiencia del nuevo proceso

En la siguiente tabla se resumen los indicadores de ecoeficiencia del nuevo proceso:

Indicador	Unidad	Valor inicial	Valor final	Diferencia
Consumo de agua en operaciones de lavado y aclarado	m ³ /año	12.264	9.811,2	2.452,8
Consumo específico de agua en operaciones de lavado y aclarado	m ³ /kg ropa lavada	0,034	0,027	0,007
Caudal de vertido de aguas residuales generado en operaciones de lavado y aclarado	m ³ /año	12.264	9.811,2	2.452,8
Caudal específico de vertido de aguas residuales generado en operaciones de lavado y aclarado	m ³ /kg ropa lavada	0,034	0,027	0,007
Coste de consumo del agua en operaciones de lavado y aclarado	€/año	6.561,24	5.248,99	1.312,25
Coste específico de consumo del agua en operaciones de lavado y aclarado	€/kg ropa lavada	0,018	0,014	0,004
Consumo de electricidad en operaciones de lavado en caliente (1)	kWh/año	176.376	3.168	173.208
Consumo específico de electricidad en operaciones de lavado en caliente	kWh/kg ropa lavada	0,477	0,009	0,438
Coste de consumo de electricidad en operaciones de lavado en caliente (1)	€/año	12.347	221,76	12.125,24
Coste específico de consumo de electricidad en operaciones de lavado en caliente	€/kg ropa lavada	0,0334	0,0006	0,0328

Indicador	Unidad	Valor inicial	Valor final	Diferencia
Temperatura de los gases de combustión emitidos a la atmósfera por la caldera de gas natural	°C	240	160	80

(1) El ahorro de electricidad es la energía equivalente que se aprovecha de los gases de la caldera (52.660 kcal/h de media diaria), que equivale a la energía eléctrica no consumida por las resistencias de las lavadoras y que será de 12.347 €/año.

Con la nueva instalación tendremos que tener en cuenta el coste de la energía eléctrica por el bombeo que realiza la nueva bomba B-001, de 1,1 kW de potencia, que estará encendida las 12 h de la jornada laboral.

Suponiendo que al año se trabajan 240 días, esto supondrá un consumo de 221,76 €/año.

Por tanto el ahorro total de energía es de:

$$176.376 \text{ kWh/año} - 3.168 \text{ kWh/año} = 73.208 \text{ kWh/año}$$

$$12.347 \text{ €/año} - 221,76 \text{ €/año} = 12.125,24 \text{ €/año}$$

Justificación económica

Gastos

Las mejoras a realizar en las instalaciones de la lavandería industrial van a suponer una inversión de 29.158,30 € (I.V.A. no incluido).

Con la nueva instalación tendremos que tener en cuenta el coste de la energía eléctrica por el bombeo que realiza la nueva bomba B-001 (221,71 €/año)

Ingresos

Las diversas mejoras conllevan un ahorro en los costes de operación que son debidos a la reducción del consumo de agua y de electricidad.

El ahorro de electricidad es la energía equivalente que se aprovecha de los gases de la caldera (52.660 kcal/h de media diaria), que equivale a la energía eléctrica no consumida por las resistencias de las lavadoras y que será de 12.347 €/año.

El ahorro de agua es de 1.312,25 €/año.

Así, el ahorro total que obtiene la empresa gracias a la implantación de la mejora es de 13.359,25 €/año.

Estudio de rentabilidad de la inversión

Al final de su vida útil (se han considerado 10 años de amortización de la inversión), se supone un valor residual del 5% de la inversión en las partidas de Tubería y accesorios, Instrumentación y Equipos (1.080,84 €).

Se ha tenido en cuenta que la inflación de cobros y pagos es igual a la inflación general del mercado, con lo que se independiza del análisis de la inflación.

Se ha considerado que el interés que nos proporcionaría cualquier banco si ingresáramos una cantidad equivalente a los gastos de inversión, sería de un 5%, no variando el mismo a lo largo del tiempo.

El VAN obtenido es de 69.476 €, que es > 0 , luego la inversión es notablemente rentable.

La Tasa Interna de Rentabilidad es del 43,92%. Como se ha supuesto un interés del 5%, indica que la inversión produce un interés mucho mayor al que se obtendría en cualquier entidad financiera, y por tanto, la inversión es rentable.

El periodo de retorno de la inversión necesaria para desarrollar el proyecto es de 2,22 años.

