La Ley de Prevención y Control Integrados de la Contaminación en el sector textil

4

Financiado

UNIÓN EUROPEA

FONDO SOCIAL EUROPEO

Fundación Biodiversidad

«El Fondo Social Europeo contribuye al desarrollo del empleo, impulsando la empleabilidad, el espíritu de empresa, la adaptabilidad, la igualdad de oportunidades y la inversión en recursos humanos».

«Acciones cofinanciadas por el Fondo Social Europeo y la Fundación Biodiversidad en el marco del Programa Operativo "Iniciativa Empresarial y Formación Continua" (2000-2006) objetivos 1 y 3».

«ACCIONES GRATUITAS dirigidas a trabajadores activos de PYMEs y profesionales autónomos relacionados con el sector medioambiental».

Elaborado

istas Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud

4

La Ley de Prevención y Control Integrados de la Contaminación en el sector textil

Autores: Iñaki Olano Goena y Miquel Crespo i Ramírez con la colaboración de Clara Llorèns Serrano

Edita: Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud.
ISTAS es una fundación de CC.OO. que promueve la salud laboral, la mejora de las condiciones laborales y la protección del medio ambiente de y entre los trabajadores del Estado español.

Financian: Fundación Biodiversidad
Fondo Social Europeo

Diseño y realización: Paralelo Edición, S.A.

Depósito Legal: M-15655-2005

Impreso en papel FSC

ÍNDICE

PRESENTACIÓN 5

1. FUENTES Y MÉTODO 5

2. INFORMACIÓN BÁSICA SOBRE LA PREVENCIÓN Y EL CONTROL INTEGRADOS DE LA CONTAMINACIÓN. 6

2.1. Prevención y control integrados de la contaminación 6

2.1.1. Resumen de la Directiva IPPC 6

2.1.2. Implicaciones administrativas 7

2.1.3. Resumen normativo 10

2.2. Autorización Ambiental Integrada (AAI) 12

2.3. Mejores técnicas disponibles 14

2.4. Inventario de fuentes contaminantes (EPER) 15

3. LA PREVENCIÓN Y EL CONTROL INTEGRADOS DE LA CONTAMINACIÓN EN EL SECTOR TEXTIL 17

3.1. Introducción 17

3.2. Las mejores técnicas disponibles para el sector 22

PRESENTACIÓN

Desde hace tiempo venimos llamando la atención sobre los problemas que genera un modelo de producción sucia cuyos efectos son enormemente negativos no sólo para el medio y para nuestra salud, sino también para las propias actividades productivas que se ven alteradas por ese modelo.

La industria española tiene que hacer un esfuerzo especial para adaptarse a una producción más limpia. Ese esfuerzo no sólo mejorará las condiciones del medio ambiente, sino que será también un factor de mejora de la competitividad. Este es un reto que hay que afrontar, considerándolo como una oportunidad y no un problema.

Precisamente la Ley de Prevención y Control Integrados de la Contaminación (LPCIC), conocida por sus siglas en inglés IPPC, se puede convertir en uno de los instrumentos básicos de fomento de los modelos de producción sostenibles.

Ahora bien, el alto nivel de protección del medio ambiente que constituye el objetivo primordial de la Ley de Prevención y Control Integrados de la Contaminación sólo podrá alcanzarse con los esfuerzos conjuntos de todos los agentes implicados, Administración, empresas y trabajadores, para lograr una puesta en práctica correcta e iniciar una interacción constructiva entre todos.

Con este convencimiento impulsamos la inclusión de cláusulas específicas en la negociación colectiva, conscientes de que los convenios colectivos pueden ser uno de los mejores instrumentos para el desarrollo, con implicación de todas las partes y en especial con clara participación de los trabajadores y trabajadoras, de este marco normativo nuevo. Una de sus materializaciones de ese impulso ha sido la Disposición Adicional Octava del Convenio Colectivo de la Industria Textil y de la Confección para el período 2003-2004, a cuyo ámbito se refiere el presente informe.

1. FUENTES Y MÉTODO

El desconocimiento del número real de las empresas afectadas es una de las mayores dificultades para conocer el alcance y los impactos de la Ley de Prevención y Control Integrados de la Contaminación (LPCIC) en el tejido industrial. Desde la publicación de la directiva[1] hasta la publicación de la LPCIC, las cifras han evolucionado tal y como vemos a continuación (Tabla 1).

Tabla 1: Evolución de las estimaciones en el número de empresas afectadas

Etapa	Nº empresas	Fuente
1997-1999	2.092	Ministerio Industria
2000-2001	4.000	MIMAM
2003	5.882	MIMAM

Para el desarrollo de este trabajo se ha recurrido a diferentes metodologías: explotación de fuentes secundarias, fuentes bibliográficas que permitieron concretar el universo de empresas efectivamente afectadas, así como su estado en relación con las exigencias del nuevo marco legal.

[1] Directiva 96/61/CE relativa a la Prevención y control Integrados de la Contaminación (IPPC en sus siglas en inglés). Para mayor facilidad de lectura en el texto nos referiremos a ella como Directiva IPPC.

[2] Proyecto: la formación de trabajadores sobre los efectos de la LPCIC en sus centros de trabajo, confinanciado por la Fundación Biodiversidad y el FSE.

De acuerdo con los datos obtenidos para la elaboración del Diagnóstico de Situación por Sectores y Actividades Productivas de las PYME afectadas por la LPCIC, realizado por ISTAS en el marco del Proyecto ECOADAPT[2], de las 5.882 empresas listadas por el MIMAM, en el sector textil estarían afectadas 61 con la siguiente distribución territorial:

Tabla 2: Estimación de las empresas afectadas por la LPCIC en el sector textil

Epígrafe	**7.1**	**Instalaciones para el tratamiento previo (operaciones de lavado, blanqueo, mercerización) o para el tinte de fibras o productos textiles cuando la capacidad de tratamiento supere las 10 toneladas diarias.**
PROVINCIA	**EMPRESAS**	**TERRITORIO**
Álava	1	PAÍS VASCO
Guipúzcoa	3	
Alicante	8	VALENCIA
Valencia	8	
Málaga	2	ANDALUCÍA
Sevilla	1	
Asturias	2	ASTURIAS
Burgos	1	CASTILLA Y LEÓN
Barcelona	29	CATALUÑA
Gerona	3	
Cantabria	1	CANTABRIA
Navarra	2	NAVARRA
TOTAL	61	

2. INFORMACIÓN BÁSICA SOBRE LA PREVENCIÓN Y EL CONTROL INTEGRADOS DE LA CONTAMINACIÓN

2.1. Prevención y control integrados de la contaminación

2.1.1. Resumen de la Directiva IPPC

1. La prevención y control integrados de la contaminación concierne a actividades industriales con un elevado potencial de contaminación, tal como lo define el Anexo I (industrias de actividades energéticas, producción y transformación de los metales, industria mineral, industria química, gestión de residuos).

2. La directiva establece las obligaciones fundamentales que toda instalación industrial a la que se aplique, tanto nueva o existente, debe cumplir. Estas obligaciones fundamentales incluyen una lista de medidas que permiten luchar contra los vertidos industriales en el agua, el aire y el suelo y contra los residuos. Sirven de base para el establecimiento de autorizaciones de explotación destinadas a las instalaciones industriales.

3. La Directiva IPPC establece también:

   - Un procedimiento de solicitud, concesión de modificación de las autorizaciones de explotación de las instalaciones industriales.
   - Las exigencias mínimas que deben incluirse en toda autorización (con respecto a las obligaciones fundamentales, los valores límite de emisión de sustancias contaminantes, control de vertidos, reducción al mínimo de la contaminación a gran distancia o fronteriza).

4. Los Valores Límite de Emisión (VLE) comunitarios (art. 18) serán:

   - Establecidos por el Consejo, a propuesta de la Comisión.
   - Bien tomados de una serie de Directivas (Anexo II) y otras normativas comunitarias en materia de contaminación.

   Las autoridades competentes de los Estados miembros establecerán dichos VLE, recogiéndolos en el permiso otorgado (art. 9.3) a la instalación, basándose en las mejores técnicas disponibles (art. 9.4), sin prescribir ninguna tecnología o técnica específica, y tomando en consideración:

   - Las características técnicas de la instalación.
   - La implantación geográfica de la instalación.
   - Las condiciones locales del medio ambiente.

   Y cumpliendo como mínimo los valores establecidos en la legislación comunitaria.

   La directiva establece que los VLE podrán ser complementados o reemplazados por parámetros o medidas técnicas equivalentes (art. 9.3).

5. Se prevé un período transitorio (30 de octubre de 1999 - 30 de octubre de 2007) para que las instalaciones existentes puedan conformarse a las exigencias de la directiva.

Los Estados miembros serán responsables del control de la conformidad de las instalaciones industriales. Se organizará un intercambio de informaciones (sobre los VLE) entre la Comisión, los Estados miembros y las industrias interesadas.

Por otro lado, se elaborarán informes periódicos sobre la aplicación de la presente directiva. Para elaborar dicho informe, los Estados miembros han de basarse en el cuestionario establecido por la Decisión de la Comisión de 31 de mayo de 1999, referente a la Directiva 96/61/CE del Consejo relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación (IPPC), cuyo objetivo es uniformizar y racionalizar los informes.

De acuerdo con dicho cuestionario, los Estados miembros han de facilitar información, en especial en lo referente a las instalaciones sobre las que trata la directiva, las solicitudes y condiciones para la autorización, las normas de calidad, el acceso a la información y la participación del público, etc.

2.1.2 implicaciones administrativas

Desde la perspectiva procedimental, el ámbito regulado, tanto por la Directiva IPPC como por la LPCIC, estaba sujeto, en el ordenamiento estatal, a la normativa sobre actividades calificadas, autorización de vertidos, emisiones a la atmósfera, residuos sólidos e impacto ambiental. La aplicación de la norma traspuesta supone la constitu-

ción de un nuevo marco, con el que se pretende una prevención y un control integrados de la contaminación mediante una integración de permisos. Por ello, la normativa sobre actividades clasificadas ha sido derogada en algunas comunidades autónomas, y las autorizaciones de vertidos, producción y gestión de residuos y otras exigencias contenidas en la legislación sectorial se han integrado en un solo permiso, modificándose así su ámbito de regulación anterior a la entrada en vigor de la normativa PCIC. Por ello, la LPCIC establece, en su disposición derogatoria única, la derogación de una serie de autorizaciones que contravienen o se oponen a lo que ésta ha venido a establecer (entre otros deroga las autorizaciones de producción y gestión de residuos de la Ley 10/1998, las autorizaciones de vertidos a aguas continentales de cuencas intracomunitarias recogidas en el texto refundido de la Ley de Aguas del año 2001, las autorizaciones de vertidos al Dominio Público Marítimo Terrestre, desde tierra al mar, regulada en la Ley de Costas 22/1998, etc.). El procedimiento de evaluación de impacto ambiental también se orienta a esta integración de permiso único (ver figura 1).

Las disposiciones sobre prevención y control integrados de la contaminación son de aplicación tanto para instalaciones existentes (consideradas como tales las autorizadas con fecha anterior a la entrada en vigor) como para las nuevas. En el caso de las existentes, se establecen plazos transitorios según el tipo de actividad industrial y la vigencia de la legislación actual.

Es responsabilidad de cada Estado miembro la elección de los medios de aplicación, tales como la organización de las autoridades competentes, el número de decisiones que constituyan la autorización integrada y, en principio, la fijación de los plazos de cumplimiento de los valores límite de emisión. En el caso español, esta competencia recae en el Ministerio de Medio Ambiente. La LPCIC se constituye como legislación básica, siendo las comunidades autónomas, que tienen transferidas prácticamente todas las competencias medioambientales, las que desarrollan dicha legislación.

En este sentido, es responsabilidad de las Administraciones establecer un mecanismo de coordinación para la puesta en marcha del «Permiso Único». Esta medida evitará la dispersión como consecuencia de las diferentes competencias que en materia de medio ambiente tienen las distintas Administraciones, facilitando también la tramitación y el control.

Para hacer efectiva la obligación, recogida en la Directiva IPPC, de coordinar las actuaciones de las Administraciones que intervienen previo a la puesta en funcionamiento de las instalaciones afectadas por la misma, se articula un procedimiento de integración de los permisos y autorizaciones existentes, que afecta todas las autorizaciones ambientales de competencia autonómica relativas a las siguientes actividades:

- Producción y gestión de residuos.
- Vertidos a las aguas continentales y desde tierra a mar.
- Otras exigencias contenidas en la legislación sectorial, incluyendo las referidas a los compuestos orgánicos volátiles (COV).

Se articulan, igualmente, mecanismos de coordinación en los supuestos en los que, con motivo del funcionamiento de las instalaciones afectadas, intervengan las competencias de la Administración central o las entidades locales. De esta manera, los titulares de las instalaciones afectadas presentarán una sola solicitud de concesión de la Autorización Ambiental Integrada (AAI).

La LPCIC establece por primera vez un enfoque integrado del procedimiento de autorización para las instalaciones industriales afectadas. En particular, las solicitudes de permiso deben contener una descripción de:

- la instalación, el tipo y alcance de sus actividades;
- las materias primas y auxiliares, sustancias y energía empleadas o generadas en la instalación;
- las fuentes de emisión de la instalación;
- el estado y el lugar en el que se ubicará la instalación;
- el tipo y la magnitud de las emisiones previsibles de la instalación a los diferentes medios receptores y efectos significativos de las emisiones sobre el medio ambiente;
- la tecnología prevista y otras tecnologías utilizadas para evitar las emisiones procedentes de la instalación o, si ello no fuese posible, para reducirlas;
- si fuese necesario, las medidas relativas a la prevención y valorización de los residuos generados por la instalación;
- el resumen comprensible para el profano que contenga todas las indicaciones anteriores.

En el permiso se especificarán una serie de condiciones a cumplir. Estas condiciones podrán ser modificadas por la autoridad competente en caso necesario. Los posibles cambios en las condiciones del permiso pueden ser motivados por:

- normas de calidad ambiental, cuando exijan condiciones más rigurosas que las que se puedan alcanzar mediante empleo de las mejores técnicas disponibles;
- modificaciones producidas en la evolución de las propias mejores técnicas disponibles;
- cambios efectuados en las instalaciones por los titulares.

Tabla 3: Implicaciones administrativas de la Ley de Prevención y Control Integrados de la Contaminación (LPCIC)

QUÉ APORTA LA LEY	• La posibilidad de intercambiar información. • La posibilidad de adecuación de las empresas al momento técnico, respetando los ciclos habituales de inversión. • La integración administrativa de procesos y autorizaciones. • La obligación de otorgar la AAI para cada instalación. • La opción de establecer acuerdos voluntarios para implementar la LPCIC.
QUÉ TEMAS QUEDAN ABIERTOS	• Definición de «modificación sustancial» • Alcance de la transparencia informativa (concreción del término confidencialidad). • Alcance de la información accesible públicamente (datos parciales como el EPER actual; todos los datos del informe anual de las empresas). • Alcance y efectividad de los Valores Límites de Emisión (VLE). • «Efectividad de las alegaciones» y posibilidad de actuación judicial. • Mecanismos y órganos de participación. • Definición de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD).
QUÉ ESPACIOS DE DECISIÓN ABRE	• Comisiones de otorgamiento de las AAI. • Gestión de las web EPER (inventario europeo de emisiones contaminantes). • Grupos de trabajo sobre MTD. • Soporte técnico para las revisiones: Entidades Colaboradoras de la Administración (ECA).
QUIÉNES ESTÁN PRESENTES EN LOS ESPACIOS DE DECISIÓN ACTUALMENTE	• Administraciones públicas. • Asociaciones sectoriales y empresariales. • Fundación Entorno. • IHOBE (Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco). • CEMA (Centro para la Empresa y el Medio Ambiente de la Generalitat de Cataluña). • ECA (Entidades Colaboradoras de la Administración que asisten a la misma en la implementación de la LPCIC, mediante acreditación y control de las empresas afectadas).
QUÉ HERRAMIENTAS BÁSICAS DE SOPORTE A LA LEY HAN DE FUNCIONAR	• Conocimiento ambiental del territorio. • Comisiones interdisciplinares e interdepartamentales de la Administración (técnicas y administrativas). • Accesibilidad informativa. • Definición y elaboración de las MTD y de las Guías Tecnológicas Sectoriales. • Legislación normativa derivada de las distintas Administraciones públicas.

2.1.3. Resumen normativo

Tabla 4: Normativa básica sobre prevención y control integrados de la contaminación

COMUNITARIA	Directiva 96/61/CE del Consejo, de 24 de septiembre de 1996, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación.	DOCE n° L 257 10.10.1996
	Decisión de la Comisión de 17 de julio de 2000 relativa a la realización de un inventario europeo de emisiones contaminantes (EPER) con arreglo al artículo 15 de la Directiva 96/61/CE del Consejo relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación (IPPC).	DOCE nº L 92/36 28.7.2000
	Directiva 2003/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de mayo de 2003, por la que se establecen medidas para la participación del público en la elaboración de determinados planes y programas relacionados con el medio ambiente y por la que se modifican, en lo que se refiere a la participación del público y el acceso a la justicia, las Directivas 85/337/CEE y 96/61/ CE del Consejo.	DOCE nº L 56/17 25.6.2003
ESTATAL	Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación.	BOE nº 157 2.7.2002
	Ley 38/1995, de 12 de diciembre, sobre el derecho de acceso a la información en materia de medio ambiente.	BOE nº 297 13.12.1995
COMUNITARIA	Cataluña: Llei 3/1998, de 27 de febrer, de la intervenció integral de l'Administració ambiental.	DOGC nº 2598 13.03.1998
	Cataluña: Decret 136/1999, de 18 de maig, pel qual s'aprova el Reglament general de desplegament de la Llei 3/1998, de 27 de febrer, de la intervenció integral de l'administració ambiental, i s'adapten els seus annexos.	DOGC nº 2894 21.05.1999
	La Rioja: Ley 5/2002, de 8 de octubre, de Protección del Medio Ambiente de La Rioja.	BOE nº 253 22.10.2002
	Castilla y León: Ley 11/2003, de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León.	BOE nº 103 30.04.2003
	Com. Valenciana: Decreto 40/2004, de 5 de marzo, del Consell de la Generalitat, por el que se desarrolla el régimen de prevención y control integrados de la contaminación en la Comunidad Valenciana.	DOGV nº 4710 11.03.2004

Ficha resumen

Ley de Prevención y Control Integrados de la Contaminación

Acto	Fecha de entrada en vigor	Publicación: fecha y BOE	Plazo límite de adaptación de las instalaciones existentes
Ley 16/2002 de 1/7/2002	3 de julio de 2002	BOE nº 157 de 2 de julio de 2002	30/10/2007

RESUMEN EN DIEZ PUNTOS

1. El control integrado de la contaminación descansa en el otorgamiento a las empresas afectadas de la Autorización Ambiental Integrada (AAI). Ésta incorpora las autorizaciones de vertidos a aguas marítimas y continentales, gestión de residuos, emisiones atmosféricas y resulta previa y preceptiva para obtener la Licencia Municipal de Actividades Clasificadas.
2. Necesitan la AAI las instalaciones «nuevas» que soliciten autorización a partir del 3 de julio del 2002 y las «existentes» antes del 30 de octubre del 2007.
3. Para otorgar la AAI, la autoridad ambiental autonómica habrá de partir, obligatoriamente, de unos criterios y principios informadores básicos:
   - La instalación autorizada aplica medidas adecuadas para prevenir la contaminación; considerando «medidas adecuadas» aquellas que pueden derivarse del uso de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD).
   - La instalación autorizada evita la producción de residuos y, en todo caso, los gestiona adecuadamente, de acuerdo con la jerarquía de gestión de residuos.
   - Las materias primas, el agua y la energía se utilizan de forma eficiente.
   - Se aplican las medidas necesarias para prevenir los accidentes graves y, en todo caso, para limitar sus consecuencias sobre la salud y el medio.
   - Se establecen las medidas necesarias para evitar riesgos de contaminación al cesar la actividad industrial.
4. Considera los estándares de emisión y eficiencia asociados a las MTD como un referente técnico obligado para la autoridad ambiental competente.
5. El proceso de autorizaciones para otorgar cada AAI dispondrá de un período de información pública, estando toda la información incluida en el procedimiento administrativo sujeto a la Ley 38/95, sobre el derecho de acceso a la información en materia de medio ambiente.
6. Las empresas afectadas por la LPCIC, unas 6.000, tienen la obligación de solicitar y obtener la AAI, que les será otorgada por un período máximo de 8 años. Transcurrido este período habrá de solicitarse nuevamente y renovar la AAI.
7. Las empresas afectadas por la LPCIC vienen obligadas a informar, al menos una vez al año, a las autoridades ambientales autonómicas de los datos relativos a las emisiones de las instalaciones autorizadas.
8. Con los datos de emisiones y los focos de las mismas se elaborará un Inventario Estatal de Fuentes y Emisiones Contaminantes que habrá de publicarse en internet para su información y acceso público.
9. Los Valores Límite de Emisión (VLE) para los diferentes contaminantes se establecerán para cada instalación autorizada, mediante su inclusión en la AAI. Para su determinación, las autoridades ambientales habrán de considerar:
   - Las características técnicas de las instalaciones autorizadas.
   - Las condiciones ambientales de la zona donde se ubique la instalación.
   - La naturaleza y el potencial traslado de un medio a otro de los contaminantes.
   - La incidencia de las emisiones en la salud humana potencialmente afectada, así como sobre la sanidad animal.
   - Los límites de emisión en vigor, de acuerdo a la normativa sectorial.
   - Las condiciones de emisión que se conseguirían si se aplicaran las MTD.
10. Las competencias de inspección y control son de las autoridades autonómicas, que tendrán que poner a disposición pública el resultado de estas actuaciones.

En resumen, la AAI es un nuevo permiso para algunas industrias que habrá de especificar unos Valores Límite de Emisión (VLE) para cada instalación, en función de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) y de otros factores de la instalación y su entorno.

El esquema de la ficha anterior, en tanto que norma básica, habría de complementarse en el caso de Cataluña atendiendo a su normativa específica. Esta particularidad puede resumirse en:

- Se sustituye el sistema de intervención y autorización para las actividades clasificadas.
- Se categorizan las instalaciones según su incidencia ambiental en:
  - Incidencia ELEVADA: necesitan autorización (Anexo I de la ley). Equivale a la AAI en el ámbito estatal.
  - Incidencia MODERADA: necesitan licencia (Anexo II de la ley).
  - Incidencia BAJA: necesitan comunicar la actividad a las autoridades competentes (Anexo III de la Ley).
- Se crean dos nuevos recursos, uno administrativo (Oficinas de Gestión Ambiental Unificadas –UGAU–) y otro de control externo a la Administración (Entidades Ambientales de Control –EAC-).
- Las instalaciones afectadas habrán de informar de su adecuación a la normativa atendiendo a la siguiente periodicidad:
  - Anexo I de la Ley: verificación cada 2 años mediante informe de una EAC.
  - Anexo II. 1 de la Ley: verificación cada 4 años mediante informe de una EAC.
  - Anexo II. 2 de la Ley: verificación cada 5 años mediante informe de una EAC.
- Quedan exentas de esta obligación las empresas que dispongan de un Sistema de Gestión Medioambiental certificado mediante el Reglamento EMAS.

2.2. Autorización Ambiental Integrada (AAI)

Figura 1: Autorización Ambiental Integrada

El planteamiento para la prevención y control de la contaminación que desarrolla la LPCIC, de acuerdo a lo establecido en la Directiva IPPC, se sustenta en la creación de un único procedimiento administrativo, realizado por la autoridad ambiental autonómica (Consejerías de Medio Ambiente) en el que se integran algunas las actuales autorizaciones sectoriales con trascendencia ambiental.

Su implementación respecto de las autorizaciones actuales quedará tal como se recoge en las Figuras 1 y 2.

Así pues, la AAI es una nueva autorización que integrará todas las autorizaciones y permisos con trascendencia ambiental citados. Además, aunque no integra la Evaluación de Impacto Ambiental[3] (EIA), sí incluye a ésta en el propio procedimiento de aquélla.

[3] Algunas normativas autonómicas, caso de Castilla y León o Valencia, sí integran la EIA.

Formalmente al menos, su importancia deriva de la obligatoriedad que establece para las autoridades ambientales de otorgarla con unos criterios integradores:

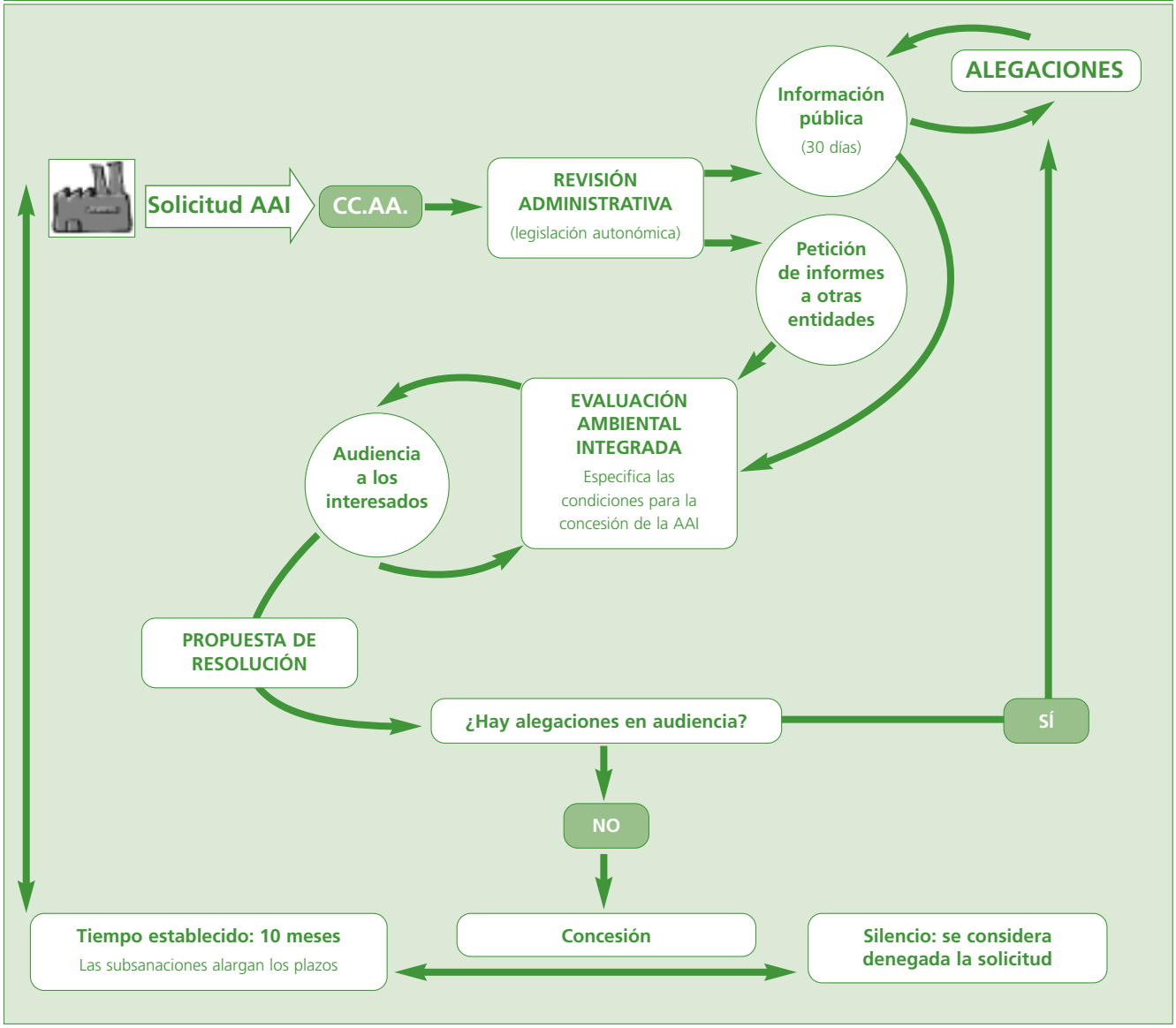
- La instalación autorizada aplica medidas adecuadas para prevenir la contaminación; considerando «medidas adecuadas» aquellas que pueden derivarse del uso de las Mejores Técnicas Disponibles.
- La instalación autorizada evita la producción de residuos y en todo caso, los gestiona adecuadamente, de acuerdo con la jerarquía de gestión de residuos.
- Las materias primeras, el agua y la energía se utilizan de forma eficiente.
- Se aplican las medidas necesarias para prevenir los accidentes graves y, en todo caso, para limitar sus consecuencias sobre la salud y el medio.
- Se establecen las medidas necesarias para evitar riesgos de contaminación al cesar la actividad industrial.

Para garantizar esto, la AAI se otorgará para un período máximo de 8 años, al finalizar el cual las empresas tendrán que solicitarla y obtenerla nuevamente. Previéndose un procedimiento simplificado para la obtención de las renovaciones.

De todo ello se derivan unas obligaciones para los titulares de las industrias afectadas que de forma esquemática, recoge la propia ley en su artículo 5:

a) Disponer de la AAI y cumplir las condiciones establecidas en la misma.
b) Cumplir las obligaciones de control y suministro de información previstas por la legislación sectorial aplicable y por la propia AAI.
c) Comunicar al órgano competente para otorgar la AAI cualquier modificación, sustancial o no, que se proponga realizar en la instalación.
d) Comunicar al órgano competente para otorgar la AAI la transmisión de su titularidad.
e) Informar inmediatamente al órgano competente para otorgar la AAI de cualquier incidente o accidente que pueda afectar el medio ambiente.
f) Prestar la asistencia y colaboración necesarias a quienes realicen las actuaciones de vigilancia, inspección y control.
g) Cumplir cualesquiera otras obligaciones establecidas en esta ley y demás disposiciones que sean de aplicación.

Figura 2: Procedimiento para la concesión de la AAI



2.3. Mejores Técnicas Disponibles

La definición que recoge la norma básica explicita:

Mejores técnicas disponibles: la fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación. Tiene que demostrar la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir, en principio, la base de los valores límite de emisión destinados a evitar o, cuando ello no sea posible, reducir en general las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente y sobre la salud de las personas.

Para su determinación se deberán tomar en consideración los aspectos que se enumeran en el Anexo 4 de esta Ley 16/2002.

A estos efectos, se entenderá por:

- Técnicas: la tecnología utilizada, junto con la forma en que la instalación esté diseñada, construida, mantenida, explotada o paralizada.
- Disponibles: las técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto del correspondiente sector industrial, en condiciones económicas y técnicamente viables, tomando en consideración los costes y los beneficios, tanto si las técnicas se utilizan o producen en España como si no, siempre que el titular pueda tener acceso a ellas en condiciones razonables.
- Mejores: las técnicas más eficaces para alcanzar un alto nivel general de protección del medio ambiente en su conjunto y de la salud de las personas.

El artículo segundo de la Directiva IPPC identifica las MTD (BAT en sus siglas en inglés) como aquellas que sean más eficaces para alcanzar un alto nivel de protección del medio ambiente en su conjunto, desarrolladas a una escala que permita su aplicación en cada sector industrial.

Para la determinación de estas técnicas es necesario tener en cuenta el impacto sobre la economía sectorial y general, además de los siguiente criterios:

- Menor generación de residuos.
- Desarrollo de técnicas de recuperación/reciclado de sustancias generadas y utilizadas en el proceso, y de los residuos, cuando proceda.
- Carácter, efectos y volumen de las emisiones de las que se trate.
- Reducción del consumo de materias primas (incluida el agua).
- Aumento de la eficacia del consumo energético.
- Uso de sustancias menos peligrosas.
- Necesidad de prevenir o reducir al mínimo el impacto global de las emisiones y de los riesgos en el medio ambiente.
- Disminución del riesgo de accidentes o reducir sus consecuencias para el medio ambiente.
- Posibilidad de comparación con procesos, instalaciones o métodos de funcionamiento y que hayan dado pruebas positivas a escala industrial.
- Estado de los avances técnicos y evolución de los conocimientos científicos.
- Fecha de entrada en funcionamiento de las instalaciones nuevas o existentes.
- Plazo que requiere la instauración de una mejor técnica disponible.
- Información publicada por la Comisión de la Unión Europea o por organizaciones internacionales acerca de las MTD, las prescripciones de control y su evolución.

Una de las novedades de la nueva norma comunitaria es la determinación de los valores límite de emisión de base a las MTD en cada momento, cuyas revisiones se realizarán cada tres años, pero sin imponer la utilización de una técnica específica.

De esta forma, los límites de emisión irán siendo más estrictos a medida que la técnica lo permita. Además de las MTD, la directiva establece que se tengan en cuenta las características técnicas de la instalación, su implantación geográfica y las condiciones locales del medio ambiente para fijar esos límites.

2.4. Inventario de Fuentes Contaminantes (EPER)

En la Agenda 21, elaborada en la Conferencia de la CEPE (Comisión de las Naciones Unidas para Europa) de Río de Janeiro (1992), más conocida como Cumbre de la Tierra, se animaba a todos los países a reducir y controlar sus emisiones al medio ambien-

te y a realizar un seguimiento de los resultados obtenidos en este ámbito. La OCDE introdujo el inventario de emisiones y transferencias de contaminantes (PRTR) como herramienta útil de seguimiento e instrumento adecuado para la difusión pública de este tipo de información (1996). La Decisión 2000/479/CE de la Comisión, de 17 de julio de 2000, relativa a la realización de un inventario europeo de emisiones contaminantes (EPER), desarrolla el artículo 15 de la Directiva IPPC, estableciendo en su artículo 1 la obligación de los Estados miembros de notificar a la Comisión las emisiones de todas las instalaciones en las que se lleven a cabo una o más actividades de las comprendidas en el anexo I de la citada directiva.

Con el inventario europeo de emisiones contaminantes (EPER) se pretende crear un registro europeo de datos comparables referentes a las emisiones generadas de forma individual por los complejos en los que se llevan a cabo actividades afectadas por la Directiva 96/61/CE del Consejo, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación (Directiva IPPC, 1996). Los datos registrados se hacen públicos mediante su difusión en Internet. Las actividades objeto de notificación son las que figuran en el Anexo I de la Directiva IPPC. El plazo de notificación que se cita en la decisión relativa al EPER no está relacionado con el plazo de autorización establecido en la Directiva IPPC.

El EPER persigue diferentes objetivos según a quién vaya dirigido:

- Complejos industriales. Se pretende demostrar la eficacia de los compromisos de reducción de emisiones adquiridos por las empresas y que la transparencia impulse la mejora medioambiental de las industrias.
- Público en general. Permite que los ciudadanos conozcan y, por tanto, se preocupen por el comportamiento ambiental de las industrias cercanas a su entorno y facilita la comparación entre centros. En ese sentido también hay que considerarlo desde la perspectiva del Convenio de la CEPE de Aarhus (1998) sobre el «Acceso a la información, participación del público en las decisiones y acceso a la justicia en asuntos medioambientales».
- Administración. Recoge información de 50 sustancias contaminantes al aire y a la atmósfera. Esta información permite la identificación de los principales contaminantes y sus respectivas fuentes emisoras por parte de los gobiernos y facilitará la evaluación del cumplimiento de compromisos y el diseño de políticas ambientales.

En su primer informe sobre el funcionamiento del EPER, publicado en 2004, la Comisión hace un balance y evalúa las ventajas y dificultades del proceso de recogida y gestión de datos. Además de la exactitud y calidad de los datos presentados, también se analizaron los datos con respecto a los 50 contaminantes a declarar, los sectores productivos y los países estudiados. Se analiza también el porcentaje de emisiones industriales directas e indirectas al agua y a la atmósfera. Las conclusiones que pueden entresacarse como básicas serían:

- A pesar de que la presentación del EPER a tiempo por parte de los Estados miembros y Noruega se considera un aspecto positivo, la exactitud de los datos puede mejorarse. No obstante el EPER ofrece una extraordinaria visión de la industria en la UE en toda su diversidad.
- El informe balance revela que 2.780 granjas avícolas y porcinas son responsables del 76% de las emisiones de amoniaco a la atmósfera. Esta cifra seguramente aumentará en el segundo ciclo del EPER para 2004, ya que algunos Estados miembros no presentaron información sobre estas emisiones en dichas granjas. El amoníaco es un gas de olor penetrante, que se detecta en el aire en muy bajas concentraciones. Las altas concentraciones de amoníaco representan un riesgo tóxico para la salud y pueden dañar la vegetación.

- El mercurio, que está clasificado como sustancia peligrosa en diversas normas, lo descargan al agua principalmente instalaciones de la industria química (49%) y metalúrgica (19%). Con respecto al mercurio emitido a la atmósfera, la industria energética es la mayor fuente de contaminación (31%), seguida de la industria química (26%) y la metalúrgica (20%).
- También se revelan algunas «grandes fuentes contaminantes», que deberían evaluar su potencial para mejorar sus indicadores medioambientales. Deberán comprobar si cumplen o no con la Directiva IPPC, que se refiere a contaminación derivada de actividades industriales y agrícolas. Las instalaciones existentes deberán cumplir lo dispuesto en la directiva para octubre de 2007.

3. LA PREVENCIÓN Y EL CONTROL INTEGRADOS DE LA CONTAMINACIÓN EN EL SECTOR TEXTIL

3.1. Introducción

La industria textil, posiblemente, es uno de los sectores más antiguos y complejos dentro de las industrias manufactureras. Esta complejidad reside tanto en el hecho de ser un sector muy fragmentado y heterogéneo, en el que predominan pequeñas y medianas empresas, algunas de ellas muy especializadas, como en la gran cantidad de materiales que se pueden utilizar para la realización de los productos: fibras hechas a mano, algodón, lana, seda, lino, fibras sintéticas, etc.

Por ello, debido también a la gran diversidad de procesos de producción existentes, se ha establecido un sistema o nomenclatura de clasificación de las categorías de los diferentes subsectores que podemos encontrar:

- Hilo y fibra.
- Tejido.
- Acabado de tejido.
- Productos de menaje.
- Tejidos industriales y otros.
- Material de punto y complementos.

Sí bien la industria textil se encuentra distribuida por todo el territorio nacional, hay que hacer referencia a la especial concentración del sector en el litoral mediterráneo, concretamente en Cataluña y en la Valencia, con un 60% y un 25% de la producción total respectivamente. Por otro lado, en los últimos tiempos, hay que destacar el desarrollo del sector que se ha producido en otros territorios como son Castilla La Mancha, Andalucía y Galicia. Esta característica de concentración, curiosamente, se reproduce en prácticamente todos los países europeos.

Durante los últimos años, el sector textil ha sufrido diversas crisis, debido, entre otros, a la incorporación en el mercado de países con economías emergentes (India, Pakistán) y de Europa del Este; se trata de países con unas precarias estructuras laborales y ambientales que generan graves distorsiones en los costes productivos, con los consecuentes daños en el sector.

En la siguiente tabla se puede apreciar la evolución irregular del sector desde 1995 hasta 2001:

Tabla 4: Evolución del sector textil (1995-2001)

	Empleo (miles pers.)	Producción (miles Tm)	Capacidad productiva (%)	Número de instalaciones	Volumen de negocio (mill.)
1995	275,3	472,0	82,4	8.088	13.478
1996	267,5	474,0	79,6	7.736	12.982
1997	272,0	495,0	82,5	7.715	13.585
1998	274,2	496,0	82,5	7.713	14.001
1999	274,9	488,0	78,7	7.690	13.880
2000	276,9	510,0	82,5	7.680	14.275
2001	274,8	486,0	81,3	7.630	14.201

Principales cuestiones medioambientales

Las principales cuestiones medioambientales que se derivan de la actividad de la industria textil, tienen que ver en primer lugar con emisiones atmosféricas, vertidos en el agua y consumo de energía.

El agua es el aspecto más preocupante. La industria textil utiliza el agua como medio principal para limpiar las impurezas, aplicar tinturas y agentes de acabado y para la generación de vapor.

Las pérdidas de agua en los procesos son poco significativas, por lo que la mayor parte se descarga como efluente acuoso. El principal problema radica pues en la carga contaminante contenida en las aguas residuales vertidas.

En la tabla 5 siguiente se ofrece un resumen de dichas cargas contaminantes. Los datos obtenidos han sido extrapolados al nivel europeo a partir de resultados de investigaciones realizadas en Alemania y Austria.

De las cifras obtenidas se deduce que un alto porcentaje de las emisiones totales de las actividades de la industria textil es atribuible a sustancias que ya se encuentran en las materias primas antes de que éstas entren en la secuencia de acabado del proceso. Normalmente son:

- Agentes de encolado.
- Agentes de preparado.
- Impurezas de fibras naturales y materiales afines.

Los agentes de encolado se utilizan para ayudar en el proceso de trenzado. Se retiran del tejido trenzado antes del proceso de acabado, produciendo altos niveles de compuestos orgánicos en el agua.

Los agentes de preparado y aceites de hilandería se aplican a las fibras en varias etapas del proceso, desde la fabricación misma de la fibra (sólo en el caso de fibras sintéticas) hasta la formación de hilo. Estos compuestos orgánicos se retiran durante el pretratamiento en los molinos de acabado a través del lavado o del proceso en seco (por calor). En el primer caso contribuyen al aumento de la carga orgánica del efluente acuoso final, en el segundo caso se emiten a la atmósfera.

Tabla 5: Cargas contaminantes (Tm/año)

Sustancias	Cargas medioambientales (Tm/año)
Sales	200.000-250.000
Impurezas de fibras naturales (incluyendo biocidas) y materias afines (ej. lignina, sericina, cera, etc.)	50.000-100.000
Agentes de encolado (principalmente almidón y derivados del almidón, pero además poliacrilato, alcohol polivinílico, carboximetilcelulosa, galactomalania)	80.000-100.000
Agentes de preparado (principalmente aceites minerales, pero además aceites de éster)	25.000-30.000
Agentes activos superficiales (agentes dispersores, emulsionadores, agentes detergentes y humidificadores)	20.000-25.000
Ácido carboxílico (principalmente ácido acético)	15.000-20.000
Espesantes	10000-15000
Urea	5.000-10.000
Agente complejante	< 5.000
Disolvente orgánico	n.d.
Auxiliares especiales con más o menos propiedades ecotoxicológicas	< 5.000

Fuente: 77, EURATEX, 2000.

Todas las fibras naturales contienen un porcentaje de impurezas y materias afines. Estas materias asociadas son, por ejemplo, la grasa en el caso de la lana, pectina y hemicelulosa en el caso del algodón, linino en el lino y sericina en la seda. Las impurezas son los metales, minerales y pesticidas. Todas estas sustancias deben ser retiradas de la fibra antes de que ésta acceda al proceso de acabado. Ellas constituyen elementos potenciales del impacto medioambiental.

Las sustancias químicas y auxiliares que se añaden en el proceso de acabado pueden llegar a tener una proporción de 1 kg de sustancias por kg de fibra textil procesada, lo que es relativamente alto. La variedad de dichas sustancias es muy amplia: las últimas ediciones del Tegewa[4] ofrecen una lista de más de 7.000 sustancias auxiliares.

Partiendo de los datos de la tabla anterior, podemos considerar que las mayores cargas contaminantes derivadas de los productos aplicados durante el proceso provienen de las sales, detergentes y ácidos orgánicos (en ese orden).

Los colorantes no aparecen en el gráfico, porque no parecen representar una carga significativa especialmente si se compara con otras sustancias utilizadas en el proceso; aunque hay que tomar en cuenta que las altas dosis de color pueden reducir la trasmisión de luz a las plantas acuáticas. Por ello, su impacto sobre el medio acuático es importante. De hecho, generan un impacto significativo, porque además se asocian a otros parámetros como compuestos orgánicos, halógenos orgánicos absorbibles (AOX), metales; especialmente en ciertos tipos de colorantes.

Un grupo de sustancias utilizadas en los procesos textiles debe mencionarse por sus efectos potencialmente negativos sobre el medio ambiente. Son:

- Alquil fenoles etoxilatos (detergentes, agentes humedecedores, agentes niveladores: sus metabolitos (octyl y nonyl fenoles) son altamente tóxicos para la vida acuática y

[4] Clasificación de insumos químicos en la industria textil, según el potencial de contaminación del agua, establecida a partir de la metodología elaborada por la Asociación Alemana de Productores de Químicos para Diferentes Industrias (TEGWA en sus siglas alemanas).

pueden interferir la reproducción de las especies acuáticas como disruptores del sistema endocrino (el octyl y nonylfenol forman parte de la lista de «sustancias prioritarias» que son objeto de acciones prioritarias dentro del ámbito de la Directiva Marco 2000/60/EC, en particular el nonylfenol está identificado como «Sustancia peligrosa prioritaria»).

- Difenil polybromados y parafinas cloradas (piroretardantes), fenoles halogenados (reagentes en el proceso de retardado de combustión): algunas sustancias de este grupo han sido ya clasificadas como «sustancias peligrosas prioritarias» debido a su toxicidad, persistencia y capacidad de bioacumulación, o han sido evaluadas en el marco de la legislación (EEC) 793/93 sobre evaluación y control de riesgos de las sustancias químicas existentes. Para otras sustancias de este grupo el debate sobre sus efectos negativos para el medio ambiente continúa abierto.
- Agentes para tratamiento anti-insectos basados en permetrina y cyfluthrin (fabricación de alfombras) y otros biocidas; éstos son altamente tóxicos para la vida acuática.
- Agentes aislantes como EDTA, DPTA y NTA. Estos son capaces de formar compuestos estables con los metales (con poca capacidad de biodegradación).
- Compuestos clorados o que liberan cloro como el hipoclorito de sodio (agente blanqueador) y diclorosocianurato de sodio (agente para el tratamiento de la lana); éstos pueden reaccionar con compuestos orgánicos y formar halógenos orgánicos absorbibles (AOX).
- Compuestos que contienen metales como el dicromato de potasio.
- Sustancias con capacidad carcinógena, como ciertas aminas aromáticas, formadas por la división de algunos colorantes, o vynilciclohexano y 1,3-butadieno que pueden estar presentes en dispersiones de polímeros debido a reacciones incompletas durante la polimerización.
- Agentes transportadores, como el triclorobenceno, o-fenilfenol, etc.

Según el informe 2000 de EURATEX[5]:

- Más del 90% de los compuestos orgánicos y auxiliares en las operaciones de pretratamiento y aplicación de colorantes, no permanece en la fibra, lo contrario de lo que sucede en el proceso de acabado.
- Cerca de un 90% de la materia prima orgánica que se utiliza en un proceso textil termina siendo parte de las aguas residuales y el resto se emite a la atmósfera.

En cuanto a las emisiones atmosféricas, los compuestos orgánicos volátiles se liberan como consecuencia de actividades específicas como:

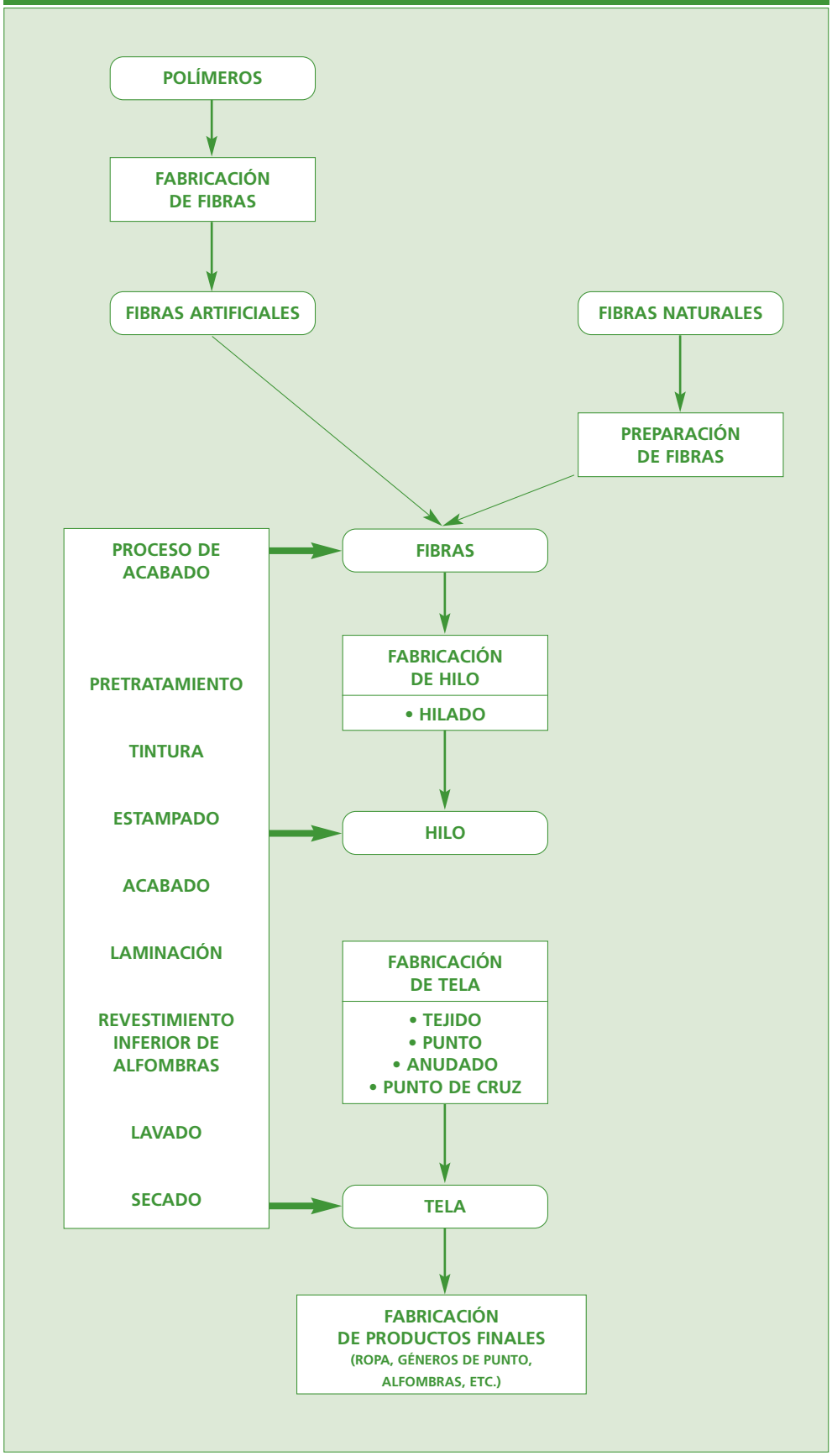
- Procesos de impresión, en caso que se utilicen disolventes orgánicos (p.e. si están presentes en los pigmentos de las tintas de impresión).
- Limpieza con disolventes orgánicos.
- Tratamientos térmicos (p.e. termofijación, secado y curado) cuando los materiales textiles contienen sustancias susceptibles de sufrir procesos de evaporación o degradación térmica (aceites, plastificadores, agentes de acabado y residuos de procesos anteriores). Las emisiones de formaldehído y metano no combustionado pueden ser significativas en plantas con un mantenimiento deficiente o con secado directo.
- Vulcanización de las capas traseras (alfombras).

Además deben tenerse en cuenta las emisiones de CO_2, SO_x, NO_x y partículas asociadas con la combustión *in situ* de combustibles fósiles.

El consumo de energía se produce, en un principio, al elevar la temperatura de las pailas (para el pretratamiento, aplicación de tinturas, curado, etc.). Para ello se produce vapor. Se requiere energía eléctrica para el funcionamiento de la maquinaria.

[5] The European Apparel and Textile Organisation (organización europea de la confección y el textil).

Figura 3: Diagrama de los procesos productos en la industria textil



3.2. Las mejores Técnicas Disponibles para el sector

A) Buenas prácticas ambientales y de gestión

- Educación y formación medioambiental de los empleados, promoviendo su participación activa en la gestión medioambiental.
- Mantenimiento de equipos: realización de controles de emisiones, mantenimiento de filtros y sistemas de tratamiento de efluentes, calibración de los equipos, termoaislamiento en máquinas de alta temperatura, etc.
- Manipulación de sustancias químicas: el personal responsable de la manipulación de sustancias químicas deberá disponer de la formación necesaria para el desempeño de la actividad. Asimismo, las áreas de almacenamiento deben de estar situadas en espacios equipados con sistemas de contención de vertidos.
- Automatización de la cocina de colores y de los diferentes equipos de dosificación. La automatización de los sistemas de dosificación de reactivos comporta una importante disminución en el margen de error en las medidas, evitándose así ajustes posteriores de color o de otros tratamientos y el consiguiente gasto de recursos.
- Gestión de los baños: preparación automatizada *just-in-time* del baño, búsqueda de las relaciones de baño óptimas, optimización en el uso del agua, etc.
- Disposición de la información relativa a los reactivos y materia prima en general. Esta información debe ser facilitada por el proveedor.
- Optimización en el uso de los recursos: agua, energía, reactivos y materias primas.
- Reducción de embalajes, uso de contenedores reciclables y reciclaje de los residuos textiles.
- Evaluación de las corrientes de entrada y salida. Los diagramas de flujos y los balances de masas se consideran herramientas de gran utilidad para la identificación del potencial de optimización del sector. La figura 3 muestra el diagrama de flujos general del sector textil.

B) Sustitución de lubricantes y colas

La lubricación de la materia prima en los procesos de preparación de las fibras y la fabricación del tejido se realiza con aceites minerales. Se trata de productos con una baja biodegradabilidad que, a elevadas temperaturas, se pueden volatilizar, emitiendo gases nocivos.

Lubricantes para la preparación de las fibras sintéticas

Para la sustitución de los aceites minerales en los procesos de preparación de las fibras sintéticas se proponen los siguientes productos:

- Poliéter/poliéster o poliéter/policarbonatos.
- Poliolésteres especiales.
- Ésteres de ácidos grasos.

Las características principales de la utilización de los lubricantes alternativos para la preparación de las fibras sintéticas son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Puede ser aplicado en menor cantidad, reduciendo los malos olores. Menor volatilidad por una mayor estabilidad térmica. Reducción del consumo de agua. Reducción de la carga contaminante vertida en las aguas residuales, dado que la presencia de producto en el tejido después del proceso es menor.
Posibles adversidades	Dado el carácter corrosivo de los productos alternativos, algunos componentes de la maquinaria deben fabricarse de acero de alto grado. El uso de los productos alternativos requiere una limpieza cuidadosa de los equipos.
Aplicabilidad	Estos productos alternativos son aplicables a las fibras de poliéster, las fibras de poliamida 6.6, las fibras de poliamida 6 y la viscosa.
Coste económico	Aunque los lubricantes alternativos son más caros, al requerirse menor concentración para conseguir el mismo efecto, la diferencia de precio queda compensada. El uso de los productos alternativos supone un ahorro en el tratamiento de las emisiones y aguas residuales.

Lubricantes para la hilatura de la lana

Para la sustitución de los aceites minerales en los procesos de hilatura de la lana se proponen principalmente productos basados en glicoles. Estos compuestos se caracterizan por tener una mayor biodegradabilidad que los aceites minerales y una menor capacidad de permanencia en el tejido.

Las características principales del empleo de lubricantes basados en glicoles para la hilatura de la lana son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Reducción de la carga contaminante vertida en las aguas residuales. Reducción de la cantidad de endocrinas potencialmente tóxicas en las aguas residuales.
Posibles adversidades	El uso de glicoles conlleva un aumento de la espuma en el tratamiento de las aguas residuales. Los lubricantes con base glicol presentan mayor dificultad para el tratamiento de las aguas residuales.
Aplicabilidad	Algunas empresas reciben el hilo con el lubricante ya presente. Se trata de gestionar con los proveedores la eliminación de los lubricantes convencionales.
Coste económico	El coste es equiparable al empleo de los lubricantes convencionales.

Lubricantes para la fabricación del tejido

La fabricación del tejido requiere una correcta lubricación de las agujas y otros elementos mecánicos. La dosificación del lubricante en cada máquina dependerá de su velocidad, así como de sus características técnicas.

El tejido puede contener entre un 4% y un 8% de lubricante, dependiendo de la maquinaria utilizada en su fabricación.

Se propone la sustitución de los aceites minerales convencionales por aceites hidrosolubles, especialmente eficaces en los tejidos de algodón y sus mezclas.

Las características principales del uso de aceites hidrosolubles como lubricantes para la fabricación del tejido son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Reducción del consumo de agua, energía y productos químicos. Tratamiento más sencillo de las aguas residuales.
Posibles adversidades	Los aceites hidrosolubles producen emulsiones, las cuales permanecen estables durante tres días. Se ha observado que en plantas en las que se utilizan aceites hidrosolubles, puede haber episodios de corrosión sobre los equipos.
Aplicabilidad	Son aplicables a las fibras de celulosa, de poliéster y de poliamida. Algunos tejidos sintéticos necesitan ser termofijados antes de ser lavados. En este caso se utiliza la opción «ruta seca», en la que el tejido recibe un termofijado antes del lavado y los humos resultantes son tratados en un precipitador electrostático recuperando el aceite y reduciendo la contaminación de las aguas residuales.
Coste económico	Si bien los aceites hidrosolubles son más caros, el elevado coste se compensa con la elevada productividad y el ahorro en el tratamiento de las aguas residuales.

Encolado ecológico

El proceso de tisaje requiere la aplicación de colas a los hilos de urdimbre para evitar que éstos se rompan mientras se tejen. La cola sobrante se extrae en el proceso de desencolado, proceso que genera aproximadamente el 70% de la demanda química de oxígeno (DQO) de las aguas residuales generadas.

Sustitución de las colas

Una alternativa a las colas convencionales son las colas basadas en poliacrilatos. Se trata de productos que pueden ser aplicados en cantidades menores que las colas convencionales. Pueden ser eliminados con agua y sin necesidad de auxiliares.

Las características principales del uso de colas basadas en poliacrilatos son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Son productos biodegradables y bioeliminables. Se consigue una reducción del consumo de agua, energía y productos químicos. Se reduce la DQO generada en las aguas residuales. La reutilización de los poliacrilatos se considera viable.
Posibles adversidades	El uso de poliacrilatos debe realizarse en pH bajos, ya que en medios alcalinos el producto aumenta su viscosidad y su manipulación es más incómoda. Generan gran cantidad de lodos.
Aplicabilidad	Las colas alternativas pueden ser utilizadas en todo tipo de fibras excepto en los filamentos de poliéster y en algunos específicos tratamientos de acabado.
Coste económico	El coste es similar en las dos alternativas.

Reducción del uso de colas por prehumectación

Con el fin de reducir el uso de colas, el hilo de urdimbre se puede someter a un proceso de prehumectación. En este proceso, el hilo se baña en agua caliente antes de su encolado.

Las características principales de la prehumectación son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Se disminuye la cantidad de cola aplicada entre un 20% y un 25%, dependiendo del plegador de urdimbre y del tipo de fibra. Se reduce la generación de aguas residuales.
Posibles adversidades	—
Aplicabilidad	Se puede aplicar en todos los tipos de hilos de algodón y las mezclas de algodón/poliéster con viscosa. Sin embargo, los mejores resultados se consiguen en hilos medianos y gruesos. Su aplicación es posible para lotes de más de 5.000 metros.
Coste económico	El equipo de encolado con un sistema de prehumectación es entre 25.000 y 75.000 euros más caro que el convencional. Los costes operacionales son similares.

Minimización de colas por hilatura compacta

En la hilatura compacta, los filamentos de fibra se presionan ligeramente con dispositivos neumáticos, para aumentar su resistencia a la abrasión y reducir su fibrosidad. Este aumento de resistencia permite reducir la aplicación de colas.

Las características principales de la hilatura compacta son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Se disminuye la cantidad de cola aplicada en un 50%. Se reduce la carga de contaminantes de las aguas residuales.
Posibles adversidades	—
Aplicabilidad	Sólo en algunas ocasiones es posible la adaptación de las actividades ya existentes a este sistema. Su aplicabilidad sólo ha sido probada en los hilos de algodón.
Coste económico	Los costes adicionales de la hilatura compacta se compensan con el ahorro en colas.

C) Sustitución de reactivos

Parte de los reactivos utilizados en los procesos de tintura pueden ser perjudiciales para el medio ambiente. A continuación se propone la sustitución de estos reactivos por otros alternativos.

Sustitución de los tensioactivos con baja biodegradabilidad y alta toxicidad

La baja biodegradabilidad y la elevada toxicidad es una de las características habituales de gran parte de los tensioactivos empleados en el sector textil como por ejemplo, los alquilfenoletoxilatos (APEO). Una alternativa a estos productos son los alcoholes etoxilatos (AE), que son biodegradables y no forman compuestos tóxicos.

Las características principales del empleo de los tensioactivos AE son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	El uso de auxiliares sin APEO reduce considerablemente el potencial tóxico de las aguas residuales y facilita el tratamiento de las aguas residuales generadas.
Posibles adversidades	Los productos alternativos al APEO son menos efectivos, requiriéndose mayor concentración de producto para conseguir el mismo efecto. No se han detectado posibles efectos medioambientales adversos.
Aplicabilidad	Son aplicables tanto en las nuevas instalaciones como en las instalaciones existentes. Muchos tensioactivos se aplican en la preparación de la fibra y el hilo, por lo que algunas empresas reciben el producto con el tensioactivo ya presente. Se trata de gestionar su sustitución con los proveedores.
Coste económico	El coste de los reactivos AE es entre un 20% y un 25% superior a los tensioactivos habituales.

Sustitución de los agentes complejos compuestos por nitrógeno y/o fósforo

Los agentes complejos utilizados en los pretratamientos y en la tintura son habitualmente polifosfatos, fosfonatos y aminoácidos carboxílicos (EDTA, DTPA y NTA). Se trata de sustancias no biodegradables, que contienen nitrógeno y fósforo en su estructura.

Una alternativa a los agentes complejos tradicionales son los policarboxilatos, ácidos policarboxílicos o bien ácido carboxílico hidrogenado. Todos ellos son libres de fósforo y nitrógeno.

En el siguiente cuadro se compara los agentes complejos convencionales con los alternativos:

Propiedades ecológicas	EDTA, DTPA	NTA	Polifosfatos	Fosfonatos	Policarboxilatos	Ácido carboxílico hidrogenado	Copolímeros de azúcar
Biodegradable	No	Sí	Inorgánico	No	No	Sí	Sí
Bioeliminable	No	-	-	Sí	Sí	-	-
Contiene nitrógeno	Sí	Sí	No	No	No	No	No
Contiene fósforo	No	No	Sí	Sí	No	No	No
Removilización de los metales pesados	Sí	No	No	No	No	No	No

Las características principales de la utilización de los agentes complejos libres de nitrógeno y fósforo son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Se reduce la eutrofización provocada por las aguas residuales generadas. Se aumenta la capacidad de biodegradación del efluente final. Se reduce el riesgo de removilización de metales pesados.
Posibles adversidades	Considerando como referencia los complejantes convencionales, no existen posibles adversidades en el uso de los complejantes alternativos.
Aplicabilidad	Los agentes complejantes alternativos pueden ser utilizados tanto en los procesos continuos como en los discontinuos.
Coste económico	Los costes son equiparables.

Selección de agentes antiespumantes ambientalmente correctos

Los agentes antiespumantes son productos compuestos de aceites minerales, por lo que contribuyen a aumentar la carga orgánica de los efluentes finales.

Los agentes antiespumantes alternativos, libres de aceites minerales, están compuestos por siliconas, ésteres ácidos fosfóricos, moléculas pesadas de alcohol, tributilfosfatos, derivados de flúor y mezclas de estos componentes, aumentando así su grado de bioeliminación.

Las características principales de los antiespumantes libres de aceites minerales son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Se minimiza la carga de hidrocarburos en los efluentes, disminuyendo la DQO y aumentando la capacidad de bioeliminación. Se reducen las emisiones de COV en los procesos a altas temperaturas. Los antiespumantes en base de silicona tienen una alta eficiencia, reduciéndose la cantidad de producto a aplicar.
Posibles adversidades	Las siliconas son eliminadas solo por tratamientos abióticos de las aguas residuales. A ciertas concentraciones, los aceites de siliconas pueden impedir la difusión de oxígeno dentro del lodo activo. Los tributilfosfatos tienen un olor intenso y fuertemente irritante. Las moléculas pesadas de alcohol tienen un olor intenso y no pueden ser utilizadas en baños calientes.
Aplicabilidad	No existen limitaciones particulares para el uso de los antiespumantes libres de aceites minerales.
Coste económico	Los costes son equiparables.

Desgrasado de la lana

Para la extracción de la grasa de la lana se utilizan tanques de gravedad, hidrociclones o decantadores, pudiéndose combinar los diferentes sistemas. El proceso se realiza con agua caliente. A continuación, se proponen dos sistemas para la optimización del desgrasado de la lana.

Sistemas de recuperación de la grasa de lana

Los efluentes procedentes del desgrasado de la lana pueden ser recuperados y reciclados mediante sistemas de recuperación de la grasa de lana. La recuperación de la grasa contenida en los efluentes se realiza habitualmente mediante equipos de decantación o centrifugación, en agua caliente, que separan el material extraído en tres fases:

- Fase superior: grasa anhidra, recuperable como subproducto.
- Fase inferior: material no recuperable, compuesto principalmente de suciedad.
- Fase media: fracción intermedia de las dos anteriores que se reintroduce de nuevo en la centrifugadora.

Las características principales de los sistemas de recuperación de la grasa de lana son los siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Reducción del consumo de agua entre 25% y 50%. Reducción del consumo de energía. Recuperación de la grasa de lana como subproducto. Reducción del consumo de detergentes y aditivos proporcional al ahorro de agua. Reducción de la carga contaminante en las aguas residuales.
Posibles adversidades	El residuo sólido resultante debe ser gestionado correctamente para no producir una posible contaminación del suelo.
Aplicabilidad	El sistema es aplicable tanto en nuevas instalaciones como en instalaciones existentes.
Coste económico	Una instalación de estas características de capacidad de 15.000 a 25.000 Tm/año de grasa de lana puede costar entre 400.000 y 800.000 euros, amortizándose en un período de dos a cuatro años.

Sistemas de minimización del consumo energético

El proceso de descrudo de la lana se realiza normalmente en agua caliente por lo que las posibilidades de ahorro energético son manifiestas. Algunas acciones para una minimización del consumo energético son:

- Tapar las barcas o cubas de desgrasado para evitar el escape de calor.
- Aumentar el rendimiento de las prensas para optimizar la extracción mecánica del agua antes del secado.
- Subir la temperatura de la última barca para mejorar la eficiencia de extracción.

Las características principales de los sistemas de minimización de energía son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Reducción del consumo de energía.
Posibles adversidades	No existen posibles adversidades en el ahorro de energía.
Aplicabilidad	Sólo alguno de los sistemas de minimización de energía son aplicables en las instalaciones ya existentes
Coste económico	—

Recuperación de los agentes de encolado por ultrafiltración

Los agentes de encolado se aplican al hilo con la finalidad de protegerlo durante el proceso de tejeduría. Deben ser eliminados, mediante un lavado con agua caliente, antes de los procesos de pretratamiento del textil, contribuyendo a un aumento de la carga de DQO de las aguas residuales, de un 40-70%.

Los agentes de encolado sintéticos y solubles en agua, como el alcohol polivinílico, los poliacrilatos y la carboximetil celulosa, pueden ser recuperados, del agua de lavado, por ultrafiltración.

Las características principales del sistema de recuperación de los agentes de encolado por ultrafiltración son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Reducción de la DQO de las aguas residuales en un 40-70%. Recuperación de los agentes de encolado en un 80-85%. Reducción de la producción de lodos. Reducción del consumo de energía.
Posibles adversidades	El proceso de ultrafiltración requiere de energía. Sin embargo, la cantidad consumida es menor que la requerida para la producción de nuevos agentes de encolado.
Aplicabilidad	Esta técnica sólo es aplicable para los agentes de encolado sintéticos y solubles en agua, como el alcohol polivinílico, los poliacrilatos y la carboximetil celulosa. El agente de encolado recuperado debe mantenerse en condiciones estériles. También pueden existir limitaciones de aplicabilidad cuando, además de los agentes de encolado, se utilizan otros agentes auxiliares, ya que éstos permanecerán en el concentrado resultante de la ultrafiltración.
Coste económico	La instalación de una planta de ultrafiltración tiene unos costes de inversión de aproximadamente 1.237.000 euros.

Aplicación de la ruta oxidativa para la eliminación de los agentes de encolado

Los tejidos, según el origen y la calidad del sustrato, pueden contener una gran diversidad de agentes de encolado. La mayoría de las industrias de acabado, las cuales trabajan con muchos tipos de tejidos, están interesadas en un sistema rápido y fiable de eliminación de las impurezas de la fibra.

En condiciones específicas, con pH de aproximadamente 13, el H_2O_2 genera radicales libres que degradan de manera eficiente y uniforme todos los tipos de agentes de encolado.

Las características principales de la ruta oxidativa para la eliminación de los agentes de encolado son:

Principales beneficios medioambientales	Reducción del consumo de agua y energía. Facilita el posterior tratamiento de las aguas residuales.
Posibles adversidades	No existen posibles adversidades.
Aplicabilidad	Esta técnica es aplicable en nuevas instalaciones así como en instalaciones ya existentes.
Coste económico	Se minimizan los costes de producción debido a la reducción del consumo de agua y energía.

Encolado, descrudado y blanqueo en un único paso. Sistema *Flash Steam*

Los procesos habituales de desencolado, blanqueo y descrudado del tejido de algodón y sus mezclas requieren varios pasos, con los consiguientes consumos de agua, energía, reactivos y generación de aguas residuales. La realización de estos procesos en un solo paso, significa un importante ahorro en energía y agua, así como un importante aumento de la productividad. El proceso se realiza con un desencolado, un descrudado alcalino (*cracking*) y un blanqueo con peróxido de hidrógeno.

Las características principales del sistema *Flash Steam* son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Reducción del consumo de agua y energía.
Posibles adversidades	No existen posibles adversidades.
Aplicabilidad	Esta técnica sólo es aplicable en instalaciones con maquinaria moderna.
Coste económico	Se minimizan los costes de producción al reducirse el consumo de agua y energía.

Sustitución de los compuestos con cloro en el blanqueo

El producto más utilizado en los procesos de blanqueo es el hipoclorito sódico, a pesar de que su contenido en cloro da lugar a aguas residuales con elevados contenidos de AOX.

La alternativa a este producto es el peróxido de hidrógeno, mucho menos agresivo para el medio ambiente. Sin embargo, con este producto no se consigue un nivel de blancura tan elevado y, algunas veces, se combina con hipoclorito sódico.

Las características principales de la utilización del peróxido de hidrógeno:

Principales beneficios medioambientales	Se minimiza, y en algunos casos se elimina, la presencia de AOX en las aguas residuales.
Posibles adversidades	Es necesaria la aplicación de complejantes, por ejemplo EDTA o DTPA, como estabilizadores del peróxido de hidrógeno. Éstos pueden formar compuestos estables con metales y además, normalmente, presentan una baja biodegradabilidad. Para mejorar la blancura final, se suelen aplicar abrillantadores ópticos, los cuales contribuyen al aumento de DQO de las aguas residuales. Además, son potencialmente irritantes y su uso, para determinadas prendas, no siempre es posible.
Aplicabilidad	Esta técnica es aplicable tanto en nuevas instalaciones como en instalaciones ya existentes. El peróxido de hidrógeno es aplicable para todos los tejidos de celulosa, lana y la mayoría de sus mezclas. También es aplicable a los géneros de punto hechos de algodón y sus mezclas.
Coste económico	En general, el blanqueo con peróxido de hidrógeno presenta unos costes similares al blanqueo con hipoclorito sódico.

Lavado enzimático

El lavado enzimático con amilasas es un proceso convencional y estable utilizado habitualmente. Con las enzimas, el tejido obtenido es más hidrófilo y se adquiere un mayor grado de blancura, pero el grado de limpieza es inferior al obtenido mediante el método oxidante.

Las principales características del lavado enzimático son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Reducción del consumo de agua durante el lavado de un 20%.
Posibles adversidades	Los beneficios ambientales del lavado enzimático no son nada claros. Las enzimas contribuyen a un aumento de la carga orgánica y, además, su acción está basada en una hidrólisis más que en una oxidación. Un balance global del empleo de enzimas revelará, probablemente, que no se produce ninguna mejora ambiental.
Aplicabilidad	Puede ser usado en fibras celulósicas y todas sus mezclas, para tejidos y géneros de punto y en procesos continuos y discontinuos.
Coste económico	Es más económico, si se considera todo el coste del proceso.

Recuperación del álcali del mercerizado

En el proceso de mercerizado, el algodón se trata con una concentración de sosa cáustica de 270-300 g/l o bien 170-350 g/Kg de tejido, durante 40-50 segundos. Posteriormente se aclara para extraer la sosa cáustica.

En la recuperación, la sosa se concentra mediante evaporación para ser recirculada. En algunos casos, si necesita ser purificada, se realiza una sedimentación o una oxidación/flotación con inyección de peróxido de hidrógeno.

Las características principales de la recuperación del álcali del mercerizado son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Reducción drástica de la carga alcalina de las aguas residuales. El ácido necesario para la neutralización de las aguas residuales también disminuye fuertemente.
Posibles adversidades	La evaporación requiere aproximadamente 0.3 Kg vapor/Kg agua evaporada en 4 fases de evaporización.
Aplicabilidad	Esta técnica puede ser implantada tanto en instalaciones de nueva construcción como en instalaciones ya existentes.
Coste económico	El coste de inversión es de entre 200.000 y 800.000 euros.

D) Tinturas

Tintura por agotamiento de las fibras de poliéster y sus mezclas, sin *carriers* o con *carriers* alternativos

Aunque habitualmente la tintura de las fibras de poliéster se realiza en autoclaves a temperaturas de 130º C, en el caso de las mezclas de poliéster y lana, y debido a la sensibilidad de ésta, el proceso de tintura se debe realizar a temperaturas inferiores a los 100º C. Para ello, es necesario añadir *carriers*, con la finalidad de aumentar la velocidad de tintura.

Las sustancias activas utilizadas como *carriers* son:

- Monoclorobenceno, triclorobenceno, etc.
- o-fenilfenol.
- Bifenil y otros hidrocarburos aromáticos.
- Ftalatos.

Dado que las sustancias citadas anteriormente son tóxicas, pueden ser sustituidas por otras sustancias alternativas libres de cloro, basadas en:

- Benzilbenzoato.
- N-alquilftalimida.

Las características principales de la tintura por agotamiento, sin *carriers* o con *carriers* alternativos, son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Reducción o eliminación de las emisiones de carriers. Empleo de sustancias fácilmente biodegradables. Mayor facilidad de depuración.
Posibles adversidades	Los carriers alternativos son menos efectivos que los convencionales y se requiere más tiempo y cantidad de producto para conseguir el mismo efecto.
Aplicabilidad	La tintura sin carriers sólo es aplicable cuando se utiliza maquinaria de alta temperatura (HT-dying). Este proceso no se puede realizar con mezclas de poliéster y lana. La tintura con carriers alternativos es aplicable a todos los tipos de poliéster y sus mezclas.
Coste económico	Los dos tipos de carriers son equiparables en costes.

Utilización de dispersantes bioeliminables en las formulaciones del baño de tintura

Para la tintura del poliéster se utilizan diferentes tipos de colorantes, como los colorantes dispersos, los colorantes sulfurosos o los colorantes tina. Todos ellos requieren de la adición de agentes dispersantes para asegurar la dispersión uniforme del tinte.

Los dispersantes convencionales se caracterizan por su bajo índice de biodegradabilidad, entre un 20% y un 30%, generando aguas residuales con elevadas DQO.

Se propone la sustitución de dispersantes convencionales por dispersantes biodegradables. Éstos pueden ser:

- Dispersantes basados en ésteres de ácidos grasos
- Dispersantes basados en mezclas de sales de sodio, compuestos aromáticos y/o ácido sulfúrico.

Las características principales de la utilización de dispersantes bioeliminables en el baño de tintura son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Aumento considerable del índice de bioeliminación. Entre un 90% y un 93% en los ésteres de ácidos grasos y de un 70% en las mezclas de sales de sodio.
Posibles adversidades	No existen posibles adversidades.
Aplicabilidad	Los dispersantes basados en ésteres de ácidos grasos solamente pueden ser utilizados en las formulaciones líquidas de los colorantes dispersos, mientras que los restantes tienen una mayor versatilidad.
Coste económico	Los dispersantes alternativos propuestos tienen un mayor coste.

Tintura continua con colorante tina en un solo paso

La tintura convencional con colorantes tina consta de varios pasos:

- Impregnación con colorantes, tintura intermedia e impregnación con auxiliares.
- Tratamiento al vapor.
- Oxidación y lavado.

Se propone eliminar el tratamiento al vapor y el lavado y reducir a un único paso la impregnación de colorantes y auxiliares, realizando la tintura continua con colorante tina en un solo paso.

Las características principales de la tintura continua con colorantes tina en un solo paso son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Reducción del consumo de agua, energía y productos químicos.
Posibles adversidades	No se conocen posibles adversidades.
Aplicabilidad	Esta técnica es adecuada para la celulosa y las mezclas de celulosa y poliéster. Sin embargo, sólo es aplicable para colores pálidos.
Coste económico	Su aplicación es altamente rentable.

Tratamientos posteriores a la tintura de poliéster

El objetivo principal de los tratamientos posteriores a la tintura de poliéster es eliminar el colorante disperso no fijado en la fibra.

Si la tintura se ha realizado a alta temperatura, se realiza un baño de tintura ácido a temperatura inferior a 70° C, con un posterior baño reductor a 80° C con hidrosulfito y agentes dispersantes. El tejido final debe tener un pH entre 4 y 7 para que, al entrar

en la rame, no adquiera coloración amarilla. Este proceso supone un importante consumo de agua y energía, así como de reactivos.

Se proponen las siguientes alternativas:

a) Adición en el baño ácido de un agente reductor basado en un derivado del ácido sulfúrico de cadena corta.

La toxicidad de este agente es baja y además es biodegradable.

Las principales características de la adición en el baño de postratamiento de un agente reductor derivado del ácido sulfúrico en cadena corta son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Reducción del consumo de agua y energía. Reducción de la toxicidad y mayor biodegradabilidad del efluente generado, aunque sigue requiriendo un tratamiento.
Posibles adversidades	A diferencia de la ditionita de sodio, el producto no es corrosivo, ni inflamable, ni irritante y tampoco produce olores desagradables. Los subproductos de la reacción de reducción pueden ser más tóxicos que los del colorante original.
Aplicabilidad	Apto en todo tipo de máquinas de tintura y válido para fibras de poliéster, acrílicas, acetato de celulosa y sus mezclas.
Coste económico	Aumenta la productividad y reduce los costes de recursos y gestión de efluentes.

b) Uso de colorantes dispersos que permitan el lavado en medio alcalino por solubilización hidrolítica.

Se trata de los colorantes azoicos dispersos, los cuales contienen en su formulación grupos de ftalamidas.

Las características principales del uso de colorantes azoicos dispersos son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Reducción de la DQO de los efluentes finales.
Posibles adversidades	No se conocen posibles efectos adversos.
Aplicabilidad	Utilizado en poliéster y mezcla de poliéster y algodón.
Coste económico	Inicialmente es más caro que el método tradicional, pero se ahorra tiempo, agua, energía y reactivos.

Tintura con colorantes sulfurosos sin azufre o con bajo contenido en él

Los colorantes sulfurosos se utilizan para la tintura rápida del algodón en tonos oscuros. Dado que estos colorantes son insolubles en agua, deben reducirse con sulfuro sódico. En algunos casos, el colorante sulfuroso ya lleva incorporado el componente reductor.

Los efluentes residuales generados por este tipo de colorantes son tóxicos, perjudiciales para el medio ambiente y generan malos olores.

Se propone el uso de colorantes sin azufre o con un bajo contenido en él, pudiéndose disminuir el uso de agentes reductores.

Las características principales del uso de colorantes sulfurosos sin azufre o con bajo contenido en él son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Reducción de la cantidad de sulfuro en las aguas residuales. Reducción del consumo de agentes de reducción.
Posibles adversidades	Cuando se utiliza ditionita sódica como reductor, el contenido en sulfuro de las aguas residuales debe tenerse en cuenta.
Aplicabilidad	Estos colorantes pueden ser usados tanto en nuevas instalaciones como en instalaciones ya existentes.
Coste económico	Los colorantes alternativos tienen un mayor coste que los colorantes sulfurosos convencionales.

Minimización de las pérdidas del baño de tintura en el proceso fulard

Cada vez que se requiere un cambio de color, se debe vaciar la pastera y su contenido, con las consiguientes pérdidas de baño. Una reubicación del fulard, más cercano a la pastera, puede conseguir una reducción de estas pérdidas de baño. Asimismo, un control en las entradas de materia prima, mezclando los componentes justo antes de depositarlos en la pastera y calculando el producto necesario, o la reducción de la capacidad de la pastera, puede suponer un importante ahorro de materia prima y una reducción de los residuos generados.

Principales beneficios medioambientales	Reducción de los residuos de tintura entre 60% y 90%. Reducción de las pérdidas de materia prima. Reducción del baño de tinte residual de 150 litros a 5 a 15 litros. Reducción de un 25% del agua en aclarados.
Posibles adversidades	No existen posibles efectos adversos.
Aplicabilidad	La aplicación es posible en nuevas instalaciones y en instalaciones existentes, (con procesos de tintura continua y semicontinua).
Coste económico	El coste de inversión de un sistema de dosificación automático y de minimización del volumen del baño es de unos 85.000 euros. Sin embargo, los ahorros producidos por la minimización de las pérdidas pueden suponer la recuperación de la inversión en tan sólo 1 año.

Tintura con colorantes reactivos

En los procesos de tintura con colorantes reactivos se han identificado las siguientes alternativas.

Tratamiento posterior con enzimas en la tintura

El proceso de tintura con colorantes reactivos requiere unos lavados posteriores en los cuales se elimina la cantidad de colorante hidrolizado.

Se propone la sustitución del lavado convencional por un tratamiento enzimático, mediante el que se extraerá el colorante hidrolizado del tejido y del baño de tintura, reduciendo el consumo de agua y energía.

En el siguiente cuadro se muestran las principales diferencias, en los pasos de aclarado, entre ambos sistemas.

Tratamiento convencional	Tratamiento con enzimas
5 minutos de aclarado en «overflow»	5 minutos de aclarado en «overflow»
10 minutos en agua a 40º C	10 minutos en agua a 40º C, neutralización
10 minutos en agua a 40º C, neutralización	10 minutos en agua a 60º C
10 minutos en agua a 95º C	10 minutos en agua a 95º C
10 minutos en agua a 95º C	10 minutos en agua a 50º C, tratamiento enzimático
10 minutos en agua a 50º C	10 minutos en agua a 30º C
10 minutos en agua 30º C	—

Las características principales del tratamiento posterior con enzimas son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	El tratamiento enzimático consigue un importante ahorro de reactivos, agua y energía.
Posibles adversidades	No se conocen efectos adversos.
Aplicabilidad	Esta técnica sólo es aplicable a la tintura por agotamiento con colorantes reactivos.
Coste económico	Reducción de costes en energía, agua y reactivos.

Tintura por agotamiento de fibras de celulosa con alta fijación de colorantes reactivos polifuncionales

La tintura con reactivos monofuncionales puede alcanzar un índice de fijación de los colorantes en el tejido de hasta un 60%. Los estudios realizados con el fin de aumentar el grado de fijación demuestran que los colorantes con reactivos bifuncionales (dos grupos funcionales) consiguen un mayor índice de fijación, ya que la reacción de éstos con la celulosa aumenta considerablemente, hasta un 90%.

Las características principales de la tintura de las fibras de celulosa con reactivos polifuncionales son:

Principales beneficios medioambientales	Reducción de la carga contaminante (colorantes) de las aguas residuales.
Posibles adversidades	No se conocen posibles efectos adversos.
Aplicabilidad	Puede ser aplicado en todo tipo de equipos.
Coste económico	Los colorantes polifuncionales son más caros que los convencionales. Sin embargo, el ahorro debido a una mayor fijación del colorante y la reducción de consumos es considerable.

Eliminación del empleo de detergentes en los lavados posteriores a la tintura de los tejidos de algodón

A menudo, los procesos de lavado con detergente, posteriores a la tintura, no mejoran la eliminación del colorante hidrolizado. Por ello, en numerosas actividades, después de la tintura con reactivos, el tejido se aclara con agua caliente sin el uso de detergentes. La calidad no se ve afectada y aumenta la velocidad del proceso.

Las características principales de los lavados posteriores a la tintura de los tejidos de algodón sin detergente son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Reducción del consumo en detergente. Reducción de la carga contaminante de las aguas residuales generadas.
Posibles adversidades	La sustitución del aclarado en frío por el aclarado en agua caliente supone un mayor consumo energético.
Aplicabilidad	La aplicación de esta técnica puede implicar un cambio en el tipo de colorantes utilizados.
Coste económico	El mayor consumo de energía se compensa con el ahorro en detergentes.

Proceso Econtrol®, alternativo de la tintura continua y semicontinua convencional de los tejidos de celulosa con colorantes reactivos

En el proceso continuo convencional, el *Pad-Bach*, se utilizan como reactivos la urea, el silicato de sodio, así como otras sales diversas. El proceso tiene una duración de 12 horas y se desarrolla a unos 115º C. En el proceso alternativo se aplican el colorante, un humectante y un débil álcali, a bajas temperaturas, eliminando el consumo de urea, sales y silicatos de sodio.

Las características principales del proceso Econtrol® alternativo a la tintura continua y semicontinua convencional de los tejidos de celulosa con colorantes reactivos son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Eliminación de la urea, sales y silicatos de sodio en el proceso. Reducción de la alcalinidad de las aguas residuales. Disminución del consumo de energía.
Posibles adversidades	No se han detectado posibles efectos adversos.
Aplicabilidad	Es un proceso con una alta versatilidad y aplicabilidad.
Coste económico	El coste inicial es de unos 0,75 millones de euros. Este coste inicial, sin embargo, se compensa por la gran reducción de los costes en reactivos y energía.

Colorantes con cromo

Las fibras proteicas requieren de las sales de cromo para la correcta fijación de los colorantes. En este capítulo se describen algunos procesos de optimización de la tintura con colorantes con cromo.

Método de tintura *afterchroming* bajo en cromo o ultra bajo en cromo para la tintura de la lana

La tintura con cromo de la lana es actualmente fundamental para la obtención de tonos oscuros a precios competitivos y en calidades óptimas.

Para reducir el cromo de los efluentes residuales, se propone el uso del método *afterchroming* bajo en cromo. El método consiste en la aplicación estequiométrica de cromo (bajo en cromo) o subestequiométrica (ultra bajo en cromo) junto con un control del pH entre 3,5 y 3,8, siendo opcional el uso de un agente reductor.

Las principales características del método *afterchroming* bajo en cromo para la tintura de la lana son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Reducción del contenido en cromo de las aguas residuales generadas.
Posibles adversidades	No existen efectos adversos si se utilizan los procesos «*afterchroming*» convencionales.
Aplicabilidad	Los métodos «*afterchroming*» son fácilmente aplicables. Sin embargo, pueden afectar negativamente la reproducción adecuada de la sombra requerida.
Coste económico	La adición de agentes de reducción conlleva un alargamiento del ciclo de tintura y una reducción de la productividad y un aumento de costes.

Tintura de lana sin cromo

La alternativa al dicromato de sodio para la obtención de tonos oscuros en la tintura de la lana son los colorantes reactivos bifuncionales. Estos generalmente contienen grupos reactivos bromo-acrilamida.

En el siguiente cuadro se muestra una comparativa entre los dos tipos de colorantes:

	Colorante con cromo	Colorante reactivo bifuncional
Mecanismos de fijación	Molécula ácida	Enlace covalente
Índice de fijación del tinte	Colorante de cromo tradicional: 83% Colorante de cromo optimizado: <99%	Colorante reactivo optimizado: <95%
Formulación	Sólo un cromoforo cede color negro	Combinación de tintes necesaria para ceder colorante negro
Capacidad de la igualación	Buena igualación	Depende de los auxiliares de tintura y la combinación de reactivos
Propiedad de solidez	Alta	Alta
Reproducibilidad	Difícil asociación de tonos	Muy buena
Proceso de tintura	Dos pasos de tintura (tintura y cromado)	Un paso de tintura, aunque para tonos oscuros se necesita un tratamiento posterior

Las características principales de la tintura de lana sin cromo son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Eliminación del cromo hexavalente.
Posibles adversidades	Los colorantes reactivos producen una mayor coloración de las aguas residuales. Los colorantes reactivos pueden producir AOX en las aguas residuales. La tintura con colorantes reactivos implica un mayor consumo de agua y energía.
Aplicabilidad	Los reactivos son adecuados para lana y poliamida y pueden ser aplicados en todo tipo de maquinaria.
Coste económico	Globalmente, costes similares en ambos procesos.

Reducción de las emisiones en la tintura de la lana con colorantes premetalizados

Los colorantes con cromo habitualmente utilizados en la tintura de la lana pueden ser sustituidos en algunos casos por los reactivos, así como por los llamados colorantes premetalizados.

Los colorantes premetalizados se deben utilizar bajo las siguientes condiciones:

- A pH determinados.
- Utilizando alcoholes etoxilatos grasos como auxiliares.
- Remplazando el ácido acético por el ácido fórmico.

Las características principales del uso de colorantes premetalizados para la tintura de la lana son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Eliminación del cromo Reducción de la DQO debido a la sustitución del ácido acético (1.067 mg/g) por ácido fórmico (235 mg/g). Reducción del consumo de agua
Posibles adversidades	No se conocen posibles efectos adversos.
Aplicabilidad	Los colorantes premetalizados se pueden aplicar en actividades ya existentes. Se puede aplicar al 50% de la lana procesada anualmente.
Coste económico	El corto tiempo de proceso y la reducción del consumo de agua conlleva un importante ahorro.

Uso de liposomas como auxiliares en la tintura de lana

El uso de liposomas como auxiliares en la tintura de la lana con tintes ácidos es una alternativa a la tintura convencional.

También la tintura de las mezclas de lana/poliéster con tintes dispersos se debe realizar a temperaturas cercanas a los 100º C y con baja concentración de *carriers*. Sin embargo, el uso de liposomas como agentes auxiliares incrementa la difusión del colorante dentro de la fibra de lana.

Las características principales del uso de liposomas como auxiliares en la tintura de la lana son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Ahorro de energía. Disminución de la DQO en las aguas residuales. Disminución de la conductividad en las aguas residuales.
Posibles adversidades	No se conocen posibles efectos adversos.
Aplicabilidad	El uso de liposomas presenta una aplicabilidad general en la tintura de la lana.
Coste económico	El coste de los liposomas es compensado por el ahorro de energía y el aumento de la calidad del tejido.

Optimización de maquinaria

El constante desarrollo de nuevas tecnologías en el sector de la tintura permite reducir considerablemente los consumos de energía, agua y reactivos. A continuación se exponen algunas tecnologías de interés.

Optimización de los equipos en los baños de tintura

Los parámetros principales considerados en el diseño de nuevas tecnologías para la optimización de los procesos de tintura y sus beneficios medioambientales se muestran en el siguiente cuadro:

Aspectos	Tecnología actual	Mejora de la tecnología	Beneficios medioambientales
Dosificación de tintes y reactivos	Manual	Automatizado, controlado por microprocesador	Máximo aprovechamiento de los colorantes y reactivos Reducción de los vertidos
Control del nivel de baño y temperatura	Manual	Automatizado, controlado por microprocesador	Optimización del proceso Reducción de los vertidos
Calor	Vapor directo y ebullición	Calor indirecto	Reducción de la dilución y del derrame de agua
Cubiertas (campanas) y puertas de la máquina	Abiertas	Cerradas	Reducción de las pérdidas de energía y vapor
Relación del baño	Alta	Baja	Reducción del consumo de agua, energía y reactivos
Consecución de una relación de baño constante Secuencias de	Manual	Automatizada	Mayor eficiencia del proceso Posibilidad de obtener las mismas prestaciones con reducción de carga
las operaciones de baños y aclarados	Baños mezclados	Separación de baños	Se evita la contaminación de las aguas de aclarado Se evita la contaminación y el enfriamiento de los baños de tintura caliente Posibilidad de reutilizar los baños de tintura Mejora del tratamiento de las corrientes de agua concentradas
Aclarado	Técnicas de descarga y llenado	Aclarados y enjuagados de alta eficiencia y a contracorriente	Reducción del consumo de agua y energía en operaciones de aclarado

Las características principales de la optimización de los equipos en los baños de tintura son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Se detallan en el cuadro anterior.
Posibles adversidades	No existen posibles efectos adversos.
Aplicabilidad	La mayoría de los principios enumerados son aplicables a todos los tipos de maquinaria para baños de tintura.
Coste económico	Los costes son variables según el tipo de equipamiento considerado.

Optimización de la tintura en torniquete

El torniquete es un sistema de tintura cerrado, en el que el tejido se procesa en forma de cuerda. Los baños en el torniquete se realizan a presión atmosférica y pueden alcanzar altas temperaturas (130-140º C). Se utiliza para prendas voluminosas y en aquellos casos en los que el producto requiere una suavidad específica. En el torniquete, el tejido viene en forma de cuerda y es un proceso discontinuo.

Las mejoras tecnológicas aplicadas a la tintura en torniquete son las siguientes:

- Calor: el baño se calienta con vapor a presión. Actualmente se utiliza más el método indirecto de calor/frío mediante la aplicación de agua.
- Contacto baño-tejido: el tejido y el baño circulan para mejorar el contacto entre ellos, asegurando una homogeneidad del baño y una óptima distribución del color en el tejido.
- Relación de baño: este sistema permite reducir la relación de baño.
- Aclarado: los torniquetes más actuales extraen el tejido en cuerda de la cuba y lo someten a un proceso de extracción al vacío. El producto recuperado se envía al baño de tintura. Posteriormente, el tejido se rocía con agua y se pasa por una segunda succión, donde se recoge el agua del aclarado.

Las características principales de la optimización de la tintura en torniquete son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Reducción del consumo de agua entre un 40 y 50%. Reducción del consumo de energía en un 30%. Reducción del uso de reactivos. Reducción de la relación de baño.
Posibles adversidades	No se conocen efectos adversos.
Aplicabilidad	En principio, los elementos de los torniquetes nuevos no pueden ser actualizados en los torniquetes convencionales. Sin embargo algunos equipos antiguos pueden ser mejorados con el método de calentamiento de la salida del tejido en cuerda *«hot-drawing-out systems».*
Coste económico	No existen datos.

Máquina *Airflow jet*

En el sistema *Airflow jet*, el tejido se mueve impulsado con aire, a diferencia de los *jet* convencionales, los cuales mueven el tejido con agua. De este modo, los colorantes y reactivos son inyectados al tejido directamente por una corriente de aire, obteniéndose una mejor aplicación. El aclarado se realiza con una ducha de agua, sin que ésta tenga más contacto con el tejido.

Las características principales de la máquina *Airflow jet* son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Reducción del consumo de reactivos. Reducción considerable en el consumo de agua y energía.
Posibles adversidades	No se conocen posibles adversidades.
Aplicabilidad	Este sistema puede utilizarse para tejidos y géneros de punto y para casi todos los tipos de fibra.
Coste económico	La inversión en la nueva maquinaria es importante, aunque se puede amortizar en un período razonable.

Sistema *Soft-flow*

El sistema *Soft-flow,* en circulación constante, se basa en la entrada de agua a un convertidor Bessemer (insufla aire caliente), sin que haya contacto entre el tejido y el baño. El aclarado es similar al del sistema *Airflow jet*.

Las características principales del sistema *Soft-flow* son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Reducción del tiempo de proceso entre un 17 y 40%, Reducción del consumo de agua en un 50% Reducción del consumo de vapor entre 11 y 37%. Eficiente recuperación del calor.
Posibles adversidades	No se conocen posibles adversidades.
Aplicabilidad	—
Coste económico	La inversión en la nueva maquinaria es importante, aunque con el aumento de productividad el equipo se puede amortizar en un período razonable.

Recirculación del agua en los procesos discontinuos

Existen dos procesos para reutilizar el agua en los procesos discontinuos:

- El baño de tintura es bombeado a un tanque de vacío, mientras el producto es aclarado en el mismo equipo en el cual ha sido teñido.
- El producto se retira del baño de tintura y se coloca en otro equipo en el que se aclara.

Las características principales de la recirculación del agua son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Reducción del consumo de agua y reactivos. La reducción puede ser de 60 a 25 l/kg
Posibles adversidades	No se conocen.
Aplicabilidad	Existen numerosas limitaciones para su aplicación relacionadas con la segregación o no de los efluentes.
Coste económico	El coste de inversión es de unos 0,8 millones de euros. Se consiguen importantes ahorros, debido a la reducción del consumo de agua.

Sustitución de la urea en estampación con reactivos

La aplicación de la urea en la estampación con reactivos tiene como finalidad aumentar la solubilidad de los colorantes, facilitar la migración del colorante hacia la fibra y mejorar la reproducibilidad.

La urea puede ser sustituida con un incremento de humedad, de un 10% para tejidos de algodón, de un 15% para mezclas de algodón y de un 20% para tejidos de viscosa. La humedad puede ser incrementada mediante la aplicación de espumas o rociando el tejido con vapor de agua.

Las características principales de la sustitución de la urea son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	La reducción del uso de urea reduce la carga contaminante de las aguas residuales generadas.
Posibles adversidades	Se necesita más energía. Sin embargo, la cantidad consumida no es significativamente importante.
Aplicabilidad	Se puede aplicar tanto en actividades ya existentes como en nuevas instalaciones. En los tejidos de viscosa o de seda no es posible eliminar del todo el uso de urea con el sistema de rociado, ya que si no se usa no se consigue una calidad standard.
Coste económico	La inversión en equipos de aplicación de humedad oscila entre los 3.000 y 200.000 euros. Las técnicas de espuma para ser viables deben realizarse en plantas con capacidad de 30.000, 50.000 o 140.000 metros lineales por día.

Estampación con pigmentos en pastas ambientalmente más correctas

La etapa final de la estampación con pigmentos consiste en secar y fijar el tejido estampado, con aire caliente.

La nueva generación de espesantes o coagulantes contiene una pequeña cantidad de disolventes orgánicos, basados en ácido poliacrilico o polietileno glicol, en sustitución

de los componentes convencionales, basados en aceites minerales. También se han desarrollado productos sin disolventes orgánicos, suministrados en forma granulada o en polvo y pastas de estampación sin amoníaco.

Las características principales de la estampación con pigmentos en pastas ambientalmente más correctas son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Optimizando las pastas de estampación las emisiones de amonio pueden reducirse por debajo de 0,6 g NH_3/Kg textil.
Posibles adversidades	No existen posibles efectos adversos.
Aplicabilidad	La técnica es aplicable en nuevas instalaciones y en instalaciones ya existentes.
Coste económico	El valor añadido a las pastas de estampación es compensado por la reducción del tratamiento del aire.

Recuperación de la pasta de estampación desde el sistema de suministro en la estampadora de cilindro microprocesador

Se trata de una técnica que permite la recuperación de la pasta de estampación al final de cada pasada con una rasqueta, para su deposición en el sistema de suministro.

Las características principales de la recuperación de la pasta de estampación desde el sistema de suministro en la estampadora de cilindro microprocesador son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Reducción de las pérdidas de pasta. Reducción de la carga contaminante de las aguas residuales.
Posibles adversidades	No existen posibles adversidades.
Aplicabilidad	Es utilizada en nuevas instalaciones y se puede utilizar en algunas máquinas ya existentes.
Coste económico	El período de amortización de la aplicación de esta técnica de recuperación es de dos a tres años.

Reciclaje de las pastas de estampación residuales

Las pastas de estampación tienen una alta concentración de colorantes, espesantes y otros auxiliares. A menudo, las pastas de estampación son desechadas cuando, en realidad, se podrían reutilizar.

Para el reciclaje de las pastas de estampación es necesario un sistema electrónico que determine la composición de la pasta recuperada después de cada pasada. Su composición queda registrada electrónicamente y el programa calcula la nueva fórmula, teniendo en cuenta la cantidad, composición y durabilidad de la pasta recuperada.

Las características principales del reciclaje de las pastas de estampación residuales son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Reducción del consumo de pasta hasta un 50%. Reducción de la carga contaminante de las aguas residuales generadas. Reducción de los residuos sólidos generados.
Posibles adversidades	No existen posibles adversidades.
Aplicabilidad	Los sistemas de reciclaje de las pastas de estampación son aplicables tanto en nuevas instalaciones como en instalaciones ya existentes. Estos sistemas no son aplicables en el sector de las alfombras.
Coste económico	El período de amortización puede variar entre 2 y 5 años. El coste de inversión puede variar entre 0,5 y 1 millón de euros, dependiendo del tamaño y de las diferentes pastas de estampación.

Reducción del consumo de agua en operaciones de limpieza

Los equipos utilizados en el proceso de estampado (rasqueta, el sistema de alimentación de las pastas y la cubeta) requieren de una cuidadosa limpieza antes de proceder a un cambio de color. Esto supone un importante consumo de recursos, principalmente de agua.

Para reducir el consumo de agua en estos trabajos de limpieza se proponen las siguientes acciones:

- Control de limpieza «Empezar/Parar» de acuerdo al funcionamiento de la línea.
- Extracción mecánica de la pasta de estampación.
- Reutilización del agua utilizada en el aclarado (menos sucio) para limpiar los equipos.
- Reutilización del agua de aclarado por filtrado mecánico.

Las características principales de los sistemas de reducción del consumo de agua en operaciones de limpieza son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Reducción del uso de agua de hasta un 70%.
Posibles adversidades	No existen posibles efectos adversos.
Aplicabilidad	La mayoría de estas técnicas pueden ser aplicadas tanto en instalaciones nuevas como en instalaciones ya existentes. La extracción mecánica no puede aplicarse en máquinas ya existentes.
Coste económico	La implantación de todos los sistemas anteriormente mencionados supone una inversión de 13.500 euros. Sin embargo, el ahorro económico de la implantación de estas técnicas es de 9.000 euros por año.

Estampación *digital jet* en la industria de la alfombra y tejidos voluminosos

La estampación «*digital jet*» es un sistema de estampación que se aplica principalmente en la industria de alfombras y tejidos voluminosos. También es aplicable en decoración de mallas sueltas, esteras y mosaicos, los cuales no necesitan un lavado posterior. Esta técnica consigue obtener patrones exactamente reproducidos a escala industrial sin necesidad de adaptaciones o medidas correctivas, con los consiguientes ahorros en reactivos y agua.

Las características principales de la estampación *digital jet* son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Reducción del consumo de pasta de estampación y de la generación de residuos derivados. Reducción del consumo de agua en un 20%, a pesar de que el tejido deberá ser fijado y lavado posteriormente.
Posibles adversidades	No existen posibles adversidades.
Aplicabilidad	La estampación digital a chorro sólo es aplicable en la industria de la alfombra y tejidos voluminosos.
Coste económico	La inversión a realizar es importante. Esta técnica sólo resulta apropiada para grandes fábricas de estampación.

Estampación *Ink-jet digital* para tejido plano

La estampación *Ink-jet digital* es un sistema que se puede aplicar a la industria del tejido plano y preferiblemente en pasadas inferiores a 100 m. De igual manera que en el apartado anterior, esta técnica consigue importantes ahorros en el consumo de materias primas y agua. En este proceso, inicialmente se cubre el tejido con urea y espesantes, y posteriormente se realiza el primer secado y la fijación.

Las características principales de la estampación *Ink-jet digital* son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Reducción del consumo de pasta de estampación y de la generación de residuos derivados, aunque generan otros residuos como los residuos de tinta de disolventes de limpieza. Reducción del consumo de agua, ya que no se necesitan lavados posteriores.
Posibles adversidades	La estampación *Ink-jet* es considerada como una tecnología limpia. Sin embargo, no puede considerarse como tal cuando se estampa en continuo ni cuando se utilizan disolventes para evitar la obturación de los *jet*.
Aplicabilidad	La tecnología *Ink-jet* sólo es aplicable para los tejidos planos.
Coste económico	La alta flexibilidad y la prontitud en pequeños encargos compensan el coste de la máquina.

Minimización del consumo de energía en la rame

Para la reducción del consumo de energía en la rame se proponen las siguientes técnicas:

- Reducción de la humedad antes de la entrada del tejido en la rame mediante la extracción mecánica de agua.
- Recuperación del calor mediante un intercambiador de calor aire-agua, pudiéndose ahorrar hasta un 70% de energía.
- Optimización del calor mediante sistemas de termoaislamiento de la rame: puede reducir las pérdidas de calor en un 20%.
- Reducción de emisiones, mediante cámaras de combustión y controlando las emisiones de metano.

Las características principales de los sistemas de minimización del consumo de energía en la rame son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Reducción del consumo de energía y de las emisiones a la atmósfera.
Posibles adversidades	No se conocen posibles adversidades.
Aplicabilidad	Es aplicable en nuevas instalaciones. Sin embargo, su aplicación es limitada en las rames ya existentes.
Coste económico	Se consiguen importantes reducciones en los costes energéticos.

Acabados *easy-care* sin formaldehídos o con baja cantidad en ellos

Los acabados *easy-care* tienen el objetivo de conseguir un aumento en la resistencia a la fijación de las arrugas durante el uso (inarrugabilidad), la eliminación durante el secado de las arrugas producidas por el lavado, o la mejor estabilidad dimensional después de limpiezas húmeda y en seco. Para ello, la mayor parte de los productos usados contienen formaldehído, compuesto cancerígeno. La alternativa se presenta en productos cuyo componente principal es el ácido acético.

Las características principales de los acabados *easy-care* sin formaldehídos o bajos en ellos son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Eliminación o reducción de las emisiones de formaldehídos. Eliminación o reducción del contenido en formaldehídos en los tejidos (< 75 mg/kg textil).
Posibles adversidades	El producto sustituto no es biodegradable y desprende un olor intenso.
Aplicabilidad	La aplicación es similar a la utilizada con los formaldehídos convencionales.
Coste económico	Los productos alternativos tienen un menor coste.

Optimización del uso de agua y de energía en los procesos de lavado y aclarado discontinuos

Para la reducción de los consumos de agua y energía en los procesos de lavado y aclarado discontinuos se proponen las siguientes alternativas:

- Vaciado/drenado: consiste en vaciar y llenar varias veces el equipo.
- Aclarado inteligente: se consigue un equilibrio entre el agua drenada y de entrada, manteniendo niveles bajos de consumo de agua.

Las características principales de la optimización del uso de agua y de energía en los procesos de lavado y aclarado discontinuos son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Reducción del consumo de agua. Se mantienen los baños agotados de tintura y el agua de aclarado en diferentes corrientes, con lo que es posible reutilizar el agua.
Posibles adversidades	No se conocen posibles efectos adversos.
Aplicabilidad	El método «Drenar y vaciar» es aplicable en fábricas nuevas y existentes, siendo más eficientes en relaciones de baño bajas con los dispositivos en ahorro de tiempo.
Coste económico	Los dos métodos descritos se encuentran disponibles en las nuevas máquinas *jet* y *overflow*. Los métodos descritos aportan un ahorro de agua y ciclos de producción cortos, de tal modo que se obtiene una reducción total del coste de producción.

Conservación del agua y la energía en el lavado y aclarado continuo

Se puede conseguir una reducción en el consumo de agua y energía aumentando la eficiencia en el lavado, o bien mediante la aplicación de medidas de control, con el fin de reducir el exceso de agua innecesaria.

Los métodos de reducción de consumo de agua y energía en el aclarado continuo son:

a) Control del flujo de agua: un control en el consumo del agua, en cada una de las máquinas, para optimizar el flujo de agua. Utilizando válvulas de parada automática.

b) Aumentar la eficiencia del lavado: mediante un lavado a contracorriente o bien reduciendo el agua contaminante que se transfiere a los siguientes pasos de lavado instalando rodillos de exprimido.

c) Instalar equipos para la recuperación del calor.

Las características principales de los sistemas de conservación del agua y la energía en el lavado y aclarado continuo son las siguientes:

Principales beneficios medioambientales	Reducción del consumo de agua y energía. En el aumento de la eficiencia del lavado con un bajo consumo de agua se necesitan condiciones de lavado mecánicas como rociar y succionar, utilizando un alto consumo de energía, pudiéndose complementar con la opción c), en la cual hay una recuperación de la energía térmica.
Posibles adversidades	No se conocen posibles efectos adversos.
Aplicabilidad	En las opciones b) y c) se necesita de la inversión en nuevos equipos. La opción a) se puede aplicar en las máquinas ya existentes.
Coste económico	La inversión para la aplicación de todas las técnicas citadas es del orden de unos 2,5 millones de euros.