

Prevención de la  
contaminación en la  
**Industria textil**  
en los países del Mediterráneo

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



Centro de Actividad Regional  
para la Producción Limpia



Ministerio de Medio Ambiente  
España



Generalitat de Catalunya  
Departamento de Medio Ambiente



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

Las denominaciones empleadas en este estudio y la presentación de material en el mismo, no implican la expresión de ninguna opinión por parte del CAR/PL en relación con el status legal de ningún estado, territorio, ciudad o área, o de sus autoridades, o respecto a sus fronteras y límites.

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

Estudio terminado en junio de 2002  
Estudio publicado en setiembre de 2002

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

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

C/ París, 184 – 3ª planta  
08036 Barcelona (España)  
Tf. +34 93 415 11 12 - Fax. +34 93 237 02 86  
e-mail: [cleanpro@cema-sa.org](mailto:cleanpro@cema-sa.org)  
Página web: <http://www.cema-sa.org>

---



# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES</b> .....	9
<b>2. RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	11
2.1. Procesos de tintura y acabados .....	12
2.2. Procesos de estampación .....	19
2.3. Procesos de acabado .....	19
2.4. Oportunidades de prevención de la contaminación .....	20
2.5. Conclusiones y recomendaciones .....	22
<b>3. SITUACIÓN DE LA INDUSTRIA TEXTIL EN LOS PAÍSES DEL PAM</b> .....	25
3.1. Descripción del sector textil en los países del PAM .....	25
3.1.1. <i>Albania</i> .....	25
3.1.2. <i>Argelia</i> .....	29
3.1.3. <i>Bosnia-Herzegovina</i> .....	31
3.1.4. <i>Croacia</i> .....	36
3.1.5. <i>Egipto</i> .....	39
3.1.6. <i>España</i> .....	44
3.1.7. <i>Francia</i> .....	51
3.1.8. <i>Israel</i> .....	53
3.1.9. <i>Italia</i> .....	57
3.1.10. <i>Libia</i> .....	60
3.1.11. <i>Malta</i> .....	63
3.1.12. <i>Marruecos</i> .....	66
3.1.13. <i>Siria</i> .....	72
3.1.14. <i>Túnez</i> .....	75
3.1.15. <i>Turquía</i> .....	79
3.2. Comparación del sector textil entre los países del PAM .....	82
3.2.1. <i>Introducción y comentarios previos</i> .....	82
3.2.2. <i>Producción del sector textil y de los subsectores de tintura, acabados y estampación en los países de la Región Mediterránea</i> .....	83
3.2.3. <i>Contribución al PIB del sector textil y de los subsectores de tintura, acabados y estampación en los países de la Región Mediterránea</i> .....	84
3.2.4. <i>Significación en materia laboral del sector textil y de los subsectores de tintura, acabados y estampación en los países de la Región Mediterránea</i> .....	84
3.2.5. <i>Existencia de infraestructuras de gestión ambiental en los países de la Región Mediterránea</i> .....	85
3.2.6. <i>Consumo de agua y sus orígenes en las empresas de los subsectores de tintura, acabados y estampación en los países de la Región Mediterránea</i> .....	85
3.2.7. <i>Consumo energético de las empresas de los subsectores de tintura, acabados y estampación en los países de la Región Mediterránea</i> .....	85
3.2.8. <i>Consumo de productos químicos y materias afines de las empresas de los subsectores de tintura, acabados y estampación en los países de la Región Mediterránea</i> .....	86

3.2.9.	<i>Producción de aguas residuales y destino de las mismas de las empresas de los subsectores de tintura, acabados y estampación en los países de la Región Mediterránea</i>	86
3.2.10.	<i>Producción de residuos y destino de los mismos de las empresas de los subsectores de tintura, acabados y estampación en los países de la Región Mediterránea</i>	87
3.2.11.	<i>Aplicación de buenas prácticas de producción desde el punto de vista ambiental de las empresas de los subsectores de tintura, acabados y estampación en los países de la Región Mediterránea</i>	89
3.2.12.	<i>Existencia de legislación en materia ambiental en los países de la Región Mediterránea</i>	90
3.2.13.	<i>Existencia de programas de ayuda y/o subvención en materia ambiental para las empresas del sector textil de los países de la Región Mediterránea</i>	90
<b>4.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE TINTURA, ESTAMPACIÓN Y ACABADOS</b>	<b>91</b>
4.1.	Ennoblecimiento textil	91
4.2.	Procesos de tintura y acabados	93
4.2.1.	Preparación	93
4.2.2.	Descripción del proceso de tintura	94
4.2.3.	Colorantes utilizados en el proceso de tintura	97
4.2.4.	Procesos de corrección de color	103
4.2.5.	Descripción del proceso de acabado	103
4.2.6.	Tipos de subprocesos de acabado	104
4.2.6.1.	Acabados mecánicos	104
4.2.6.2.	Acabados químicos	105
4.3.	Principales procesos de tintura y acabados	106
4.3.1.	Tintura de fibras e hilados	106
4.3.1.1.	Algodón y mezclas	106
4.3.1.2.	Lana y mezclas	110
4.3.1.3.	Celulósicas y mezclas	114
4.3.1.4.	Sintéticas y mezclas	115
4.3.2.	Tintura y acabados de tejidos	117
4.3.2.1.	Algodón y mezclas	117
4.3.2.2.	Lana y mezclas	121
4.3.3.	Tintura y acabados de género de punto	126
4.3.3.1.	Algodón y mezclas	126
4.3.3.2.	Lana y mezclas	126
4.3.3.3.	Celulósicos y mezclas	129
4.4.	Procesos de estampación y acabados	131
4.4.1.	Descripción de los procesos de estampado	131
4.4.2.	Pastas colorantes utilizadas en el proceso de estampación	132
4.4.3.	Principales operaciones del proceso de estampación	133
4.4.4.	Otros procesos de estampación	135
4.4.5.	Acabados de tejidos estampados	135
<b>5.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE CORRIENTES RESIDUALES</b>	<b>137</b>
5.1.	Principales corrientes residuales generadas por los propios procesos	137
5.1.1.	Tintura de fibras e hilados	137

5.1.1.1. Algodón y mezclas .....	137
5.1.1.2. Lana y mezclas .....	141
5.1.1.3. Celulósicas y mezclas .....	144
5.1.1.4. Sintéticas y mezclas .....	145
5.1.2. Tintura y acabado de tejidos .....	147
5.1.2.1. Algodón y mezclas .....	147
5.1.2.2. Lana y mezclas .....	151
5.1.3. Tintura de géneros de punto .....	155
5.1.3.1. Algodón y mezclas .....	155
5.1.3.2. Lana y mezclas .....	156
5.1.3.3. Celulósicas y mezclas .....	158
5.1.4. Estampación y acabado de tejidos y géneros de punto .....	161
5.2. Principales corrientes residuales asociadas .....	164
5.2.1. Aguas residuales .....	164
5.2.2. Residuos .....	164
5.2.3. Emisiones a la atmósfera .....	165
5.3. Otras corrientes residuales .....	165
5.3.1. Aguas residuales .....	166
5.3.2. Residuos .....	166
5.3.3. Emisiones a la atmósfera .....	166
5.4. Principales productos contaminantes en las aguas residuales .....	167
<b>6. OPORTUNIDADES DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN .....</b>	<b>169</b>
6.1. Posibilidades de reducción en origen .....	169
6.1.1. Sustitución de materias primas .....	169
6.1.1.1. Selección de nuevas gamas de colorantes reactivos .....	169
6.1.1.2. Sustitución de lubricantes convencionales por aceites hidrosolubles en la fabricación de tejido de punto .....	171
6.1.1.3. Sustitución de tensioactivos por tensioactivos biodegradables .....	173
6.1.1.4. Sustitución del proceso de tintura de lana por cromatado posterior por el proceso de tintura con colorantes reactivos .....	174
6.1.1.5. Nuevos colorantes sulfurosos seleccionados .....	175
6.1.1.6. Nuevo sistema oxidante de tinturas hechas con colorantes sulfurosos ..	176
6.1.1.7. Nuevas fórmulas de baños reductores después de la tintura de poliéster con colorantes dispersos .....	178
6.1.2. Nuevas tecnologías .....	179
6.1.2.1. El proceso Econtrol para la tintura de tejidos celulósicos con colorantes reactivos seleccionados .....	179
6.1.2.2. Colorite .....	183
6.1.2.3. Recuperación y reutilización de pastas de estampación .....	185
6.1.2.4. Tratamiento reductor después de la tintura de poliéster con colorantes dispersos en el mismo baño de tintura .....	186
6.1.2.5. Máquina de tintura jet-overflow con movimiento del tejido mediante un sistema aire-agua .....	187
6.1.2.6. Liposomas como auxiliares para la tintura de la lana .....	188
6.1.2.7. Lavado de tejidos de punto elásticos antes del proceso de termofijado	191
6.1.2.8. Acabado de fácil cuidado bajo en formaldehído .....	192
6.1.2.9. Proceso de biodescudado de tejidos de algodón y sus mezclas en procesos discontinuos tipo overflow .....	194

6.1.2.10. Pretratamiento del algodón con agentes de cationizado .....	197
6.1.2.11. Realización de muestras por estampación digital .....	198
6.1.2.12. Tecnología de estampación por transferencia .....	200
6.1.2.13. Sistemas de aplicación mínima de aprestos .....	201
6.1.3. Buenas prácticas .....	202
6.1.3.1. Sustitución de parafina convencional por parafina sintética en la fórmula de encolado de hilos de urdimbre de celulosa y sus mezclas con fibras químicas .....	202
6.1.3.2. Desmineralización y desencolado de tejidos de calada de algodón por el sistema pad-batch .....	204
6.1.3.3. Lavado y tintura de tejidos de punto de poliéster en un baño único .....	205
6.1.3.4. Desencolado, descrudado y blanqueo de tejidos de algodón en una única etapa .....	206
6.1.3.5. Estampación con pigmentos .....	208
6.1.3.6. Otras buenas prácticas .....	209
6.2. Posibilidades de reciclaje en origen .....	212
6.2.1. Reciclaje en origen .....	212
6.2.1.1. Sustitución de los productos de encolado tipo almidón por encolantes sintéticos e hidrosolubles en el encolado de urdimbres para la fabricación de tejidos de calada .....	212
6.2.1.2. Tecnología de membranas para el reciclado de las aguas residuales .....	213
6.3. Posibilidades de valorización .....	215
6.4. Cuadro resumen de los beneficios ambientales de las oportunidades de prevención de la contaminación .....	216
<b>7. CASOS PRÁCTICOS .....</b>	<b>219</b>
<b>8. PROPUESTAS Y CONCLUSIONES FINALES .....</b>	<b>241</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>245</b>



# 1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

---

En respuesta a la recomendación realizada por los Puntos Focales Nacionales del Centro de Actividad Regional para la Producción más Limpia (CAR/PL), el CAR/PL ha procedido a la realización de un Estudio sobre la prevención y la reducción en origen de la contaminación en la industria textil en los países del Plan de Acción para el Mediterráneo (PAM).

El sector textil abarca gran diversidad de actividades. A continuación se presenta una de las agrupaciones por subsectores posible:

- Lavado y peinado de lana y pelos
- Preparación e hilado de fibras (hilatura)
- Fabricación de tejidos textiles
- Fabricación de tejidos de punto
- Teñido de textiles
- Estampación de textiles
- Acabado de textiles
- Fabricación de prendas de vestir (confección)
- Fabricación de alfombras y moquetas
- Fabricación de cuerdas, cordeles, redes, etc.
- Fabricación de telas no tejidas

Esta variedad de actividades, unida a la diversidad de fibras y combinaciones de fibras existentes, a los requisitos de manipulación que cada una de ellas exige y a la constante variación de la demanda ejercida por los mercados, sometidos a los dictados de la moda, hacen del sector textil un sector dinámico, de gran interés, pero también de gran complejidad, en constante evolución.

Adicionalmente, en el marco Mediterráneo considerado para este estudio, debe añadirse a la diversidad antes mencionada, las peculiaridades derivadas de las distintas áreas geográficas, culturales, sociales y económicas existentes.

Por todo ello, se ha considerado imprescindible acotar claramente el alcance del estudio, que se ha restringido a los subsectores de tintura, estampación y acabados textiles por considerarse los de mayor relevancia en la cuenca Mediterránea y, también, por tratarse de actividades con efectos significativos sobre el medio ambiente, tanto a nivel de consumo de recursos, especialmente agua, como de generación de contaminación, especialmente aguas residuales.

Para estos subsectores se han considerado las fibras de algodón, de lana, las celulósicas y las sintéticas, así como sus mezclas, ya sea en forma de hilo, como en forma de tejido o de género de punto.

Para la realización del estudio se ha contado con la colaboración y la información suministrada por los Puntos Focales Nacionales de los países pertenecientes al PAM. Concretamente, para la ela-

boración del capítulo dedicado a la descripción de los subsectores textiles en estudio en los países del PAM, se ha utilizado un cuestionario, supervisado por el personal del CAR/PL, que fue enviado a los distintos puntos focales, para su cumplimentación.

El cuestionario fue enviado a: Albania, Argelia, Bosnia-Herzegovina, Croacia, Chipre, Egipto, España, Francia, Grecia, Israel, Italia, Líbano, Libia, Malta, Marruecos, Mónaco, Siria, Túnez y Turquía. No se pudo enviar a Eslovenia por no disponer de un Punto Focal Nacional de contacto que pudiese hacerse cargo de la cumplimentación del cuestionario.

El estudio no incluye datos de Mónaco ni de Chipre por no disponer dichos países de industria textil.

Tampoco se han incluido datos de Grecia ni de Líbano, puesto que dichos países no han contestado al cuestionario enviado.

Los datos que se han hecho constar en el caso de Italia corresponden, exclusivamente, a la región del Prato y no a la totalidad del país. No obstante, dicha región concentra una parte significativa de la industria textil del país, concretamente, la más avanzada tecnológicamente.

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

En los capítulos siguientes, se presenta una breve descripción de los subsectores textiles estudiados en los distintos países del PAM, una descripción de los principales procesos de cada uno de los subsectores, una descripción de las principales corrientes residuales generadas y de las oportunidades de prevención de la contaminación detectadas, así como algunos casos prácticos de empresas que han implantado con éxito prácticas, equipos o tecnologías que permiten la prevención de la contaminación.

## 2. RESUMEN EJECUTIVO

---

El sector textil, se puede considerar un sector importante en la economía de la mayor parte de los países de la cuenca Mediterránea, como se desprende de los datos recibidos de contribución al PIB, que oscilan entre un 1% en el caso de Israel y un 23% en el caso de Siria. No obstante, el sector textil presenta estructuras diferenciadas en los distintos países. Este hecho, junto con la heterogeneidad de la información recibida, hace que la comparación entre países, por lo que respecta a los subsectores en estudio, tintura, acabados y estampación, sea difícil. En algunos países, no se consideran de forma separada dichos subsectores, por lo que no ha sido posible recabar datos exclusivamente referidos a ellos.

A partir de la información recibida se desprende que la mayor parte de las empresas de los subsectores de tintura, acabados y estampación pueden considerarse PYME, aunque existen también grandes empresas, a veces pertenecientes al sector público, en países como Egipto o Libia.

Cabe destacar, en cuanto al tipo de materias primas, la gran importancia de la industria del algodón en países como Egipto, Turquía o Siria; y de la lana, en países como Libia, Siria, Túnez o Turquía.

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

Por lo que respecta a la descripción de los subsectores de tintura, estampación y acabados, se ha limitado a:

- Tintura de fibras e hilados de: algodón, lana, celulósicas y sintéticas, y mezclas de cada una de ellas con otras fibras.
- Tintura y acabados de tejidos de: algodón, lana y mezclas de ambos con otras fibras.
- Tintura y acabado de género de punto de: algodón, lana, celulósicas y mezclas de cada una de ellas con otras fibras.
- Estampación de: algodón, lana, celulósicas y sintéticas, y mezclas de cada una de ellas con otras fibras.

## 2.1. PROCESOS DE TINTURA Y ACABADOS

Previamente al proceso de tintura, la fibra o el tejido debe ser preparado. Los procesos de preparación son diversos, en función del tipo de fibra de que se trate. A continuación se presenta, en forma de tabla, los más habituales, así como los reactivos utilizados y las corrientes residuales generadas:

Tabla 1

MATERIA PRIMA	ETAPAS DE PRETRATAMIENTO	AUXILIARES/ REACTIVOS	AGUAS RESIDUALES	RESIDUOS	EMISIONES A LA ATMÓSFERA
<b>FIBRAS</b>					
Algodón y mezclas	Descrudado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NaOH</li> <li>• Detergentes</li> <li>• Hidrosulfito sódico</li> <li>• Agentes quelantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DQO</li> <li>• Alcalinidad</li> <li>• Suciedad fibras</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores alcalinos</li> </ul>
	Mercerizado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NaOH</li> <li>• Humectantes aniónicos</li> <li>• HCl / H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcalinidad</li> </ul>	—	—
	Blanqueo químico y óptico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> / NaClO<sub>4</sub></li> <li>• Tampón de pH</li> <li>• Blanqueadores ópticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agentes oxidantes</li> <li>• AOX</li> <li>• DQO</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores</li> <li>• Aerosoles</li> </ul>
Lana y mezclas	Tratamientos antienfiltrables especiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cloro gas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acidez</li> <li>• AOX</li> <li>• Agentes oxidantes</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores</li> <li>• Aerosoles</li> <li>• Cloro</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hipoclorito sódico</li> <li>• Ácido fórmico</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sulfato sódico</li> <li>• Permanganato potásico</li> <li>• Bisulfito sódico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acidez</li> <li>• Agentes oxidantes / reductores</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores</li> <li>• Aerosoles</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ácido permono-sulfúrico</li> <li>• Sulfito sódico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DQO</li> </ul>		
	Desgrasado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carbonato sódico</li> <li>• Detergentes</li> <li>• Tensoactivos no iónicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basicidad</li> <li>• DQO</li> <li>• Conductividad</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores</li> <li>• Aerosoles</li> </ul>
	Blanqueo químico y óptico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SO<sub>2</sub> líquido o gas / ác. sulfuroso</li> <li>• Blanqueantes ópticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agentes reductores</li> <li>• DQO</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores</li> <li>• Aerosoles</li> <li>• SO<sub>2</sub></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peróxido de hidrógeno</li> <li>• Perborato sódico</li> <li>• Blanqueantes ópticos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agentes oxidantes</li> <li>• DQO</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores</li> <li>• Aerosoles</li> </ul>	
Celulósicas	Descrudado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensioactivos aniónicos</li> <li>• Carbonato sódico</li> <li>• Ác. acético / fórmico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DQO</li> <li>• Alcalinidad (si no se neutraliza)</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores alcalinos</li> </ul>
	Blanqueo químico y óptico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peróxido de hidrógeno (Medio alcalino)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agente oxidante</li> <li>• DQO</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores</li> <li>• Aerosoles</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cloruro sódico</li> <li>• Blanqueador óptico (Medio ácido)</li> </ul>					

MATERIA PRIMA	ETAPAS DE PRETRATAMIENTO	AUXILIARES/ REACTIVOS	AGUAS RESIDUALES	RESIDUOS	EMISIONES A LA ATMÓSFERA
Sintéticas	Descrudado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tensioactivos aniónicos</li> <li>Carbonato sódico</li> <li>Ác. acético / fórmico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DQO</li> <li>Alcalinidad (si no se neutraliza)</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vapores alcalinos</li> </ul>
	Vaporizado	—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vapor de agua</li> <li>COV</li> </ul>
<b>TEJIDOS</b>					
Algodón y mezclas	Chamuscado	—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gases de combustión</li> </ul>
	Desencolado (desaprestado)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amilasas</li> <li>Celulasas</li> <li>Persulfato sódico</li> <li>Detergentes (Medio ácido o básico)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DQO</li> <li>DBO</li> <li>Alcalinidad (generalmente)</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vapores</li> </ul>
	Descrudado	<ul style="list-style-type: none"> <li>NaOH</li> <li>Detergentes</li> <li>Hidrosulfito sódico</li> <li>Agentes quelantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DQO</li> <li>Alcalinidad</li> <li>Suciedad de las fibras</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vapores alcalinos</li> </ul>
	Mercerizado	<ul style="list-style-type: none"> <li>NaOH</li> <li>Humectantes aniónicos</li> <li>HCl / H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DQO</li> <li>Alcalinidad</li> </ul>	—	—
	Blanqueo químico y óptico	<ul style="list-style-type: none"> <li>NaClO<sub>4</sub> / H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></li> <li>Tampón de pH</li> <li>Blanqueadores ópticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Agentes oxidantes</li> <li>AOX (si se usa hipoclorito)</li> <li>DQO</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vapores</li> <li>Aerosoles</li> </ul>
Lana y mezclas	Carbonizado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Detergentes</li> <li>Humectantes</li> <li>Ácido inorgánico (HCl / H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)</li> <li>Electrolito (NaCl / Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acidez / basicidad</li> <li>DQO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Partículas vegetales carbonizadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vapores ácidos</li> <li>Gases de combustión</li> </ul>
	Lavado químico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Detergentes</li> <li>Electrolitos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alcalinidad</li> <li>DQO</li> <li>Conductividad</li> </ul>	—	—
	Lavado con disolventes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Percloroetileno</li> <li>Tricloroetileno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emulsiones grasas</li> <li>AOX (PER y TRI)</li> <li>Toxicidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PER y TRI agotados</li> <li>Colas de destilación de PER y TRI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vapores de PER y TRI</li> </ul>
	Termofijado	—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vapor de agua</li> <li>COV</li> </ul>
	Batanado	<ul style="list-style-type: none"> <li>HCl / H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acidez</li> <li>DQO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Borras (fibras cortas)</li> </ul>	—
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Detergente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Basicidad</li> <li>DQO</li> </ul>		
Fijado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vapor</li> </ul>	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vapor de agua</li> </ul>	

MATERIA PRIMA	ETAPAS DE PRETRATAMIENTO	AUXILIARES/ REACTIVOS	AGUAS RESIDUALES	RESIDUOS	EMISIONES A LA ATMÓSFERA
	Blanqueo químico y óptico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SO<sub>2</sub> líquido o gas / ác. sulfuroso</li> <li>• Blanqueantes ópticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agentes reductores</li> <li>• DQO</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores</li> <li>• Aerosoles</li> <li>• SO<sub>2</sub></li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peróxido de hidrógeno</li> <li>• Perborato sódico</li> <li>• Blanqueantes ópticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agentes oxidantes</li> <li>• DQO</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores</li> <li>• Aerosoles</li> </ul>
<b>GÉNEROS DE PUNTO</b>					
Algodón y mezclas	Descrudado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NaOH</li> <li>• Detergentes</li> <li>• Hidrosulfito sódico</li> <li>• Agentes quelantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DQO</li> <li>• Alcalinidad</li> <li>• Suciedad de las fibras</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores alcalinos</li> </ul>
	Mercerizado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NaOH</li> <li>• Humectantes aniónicos</li> <li>• HCl / H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DQO</li> <li>• Alcalinidad</li> </ul>	—	—
	Blanqueo químico y óptico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></li> <li>• Tampón de pH</li> <li>• Blanqueadores ópticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agentes oxidantes</li> <li>• AOX (si se usa hipoclorito)</li> <li>• DQO</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores</li> <li>• Aerosoles</li> </ul>
Lana y mezclas	Lavado / desgrasado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detergentes</li> <li>• Electrolitos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcalinidad</li> <li>• DQO</li> <li>• Conductividad</li> </ul>	—	—
	Lavado con disolventes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percloroetileno</li> <li>• Tricloroetileno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emulsiones grasas</li> <li>• AOX (PER y TRI)</li> <li>• Toxicidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PER y TRI agotados</li> <li>• Colas de destilación PER y TRI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores de PER y TRI</li> </ul>
	Blanqueo químico y óptico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SO<sub>2</sub> líquido o gas / ác. sulfuroso</li> <li>• Blanqueantes ópticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agentes reductores</li> <li>• DQO</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores</li> <li>• Aerosoles</li> <li>• SO<sub>2</sub></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peróxido de hidrógeno</li> <li>• Perborato sódico</li> <li>• Blanqueantes ópticos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agentes oxidantes</li> <li>• DQO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores</li> <li>• Aerosoles</li> </ul>		
Celulósicas y mezclas	Descrudado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NaOH</li> <li>• Detergentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DQO</li> <li>• Alcalinidad</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores alcalinos</li> </ul>
	Blanqueo químico y óptico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> / NaClO<sub>4</sub></li> <li>• Tampón de pH</li> <li>• Blanqueantes ópticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agentes oxidantes</li> <li>• AOX (si se usa hipoclorito)</li> <li>• DQO</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores</li> <li>• Aerosoles</li> </ul>

Por lo que respecta a los procesos de tintura, existe gran diversidad de colorantes, auxiliares y productos químicos utilizados, en función de la fibra y del color deseado. En la siguiente tabla, se resume la influencia sobre el medio ambiente de la operación de tintura:

Tabla 2

MATERIA PRIMA	COLORANTES	AUXILIARES/ REACTIVOS	AGUAS RESIDUALES	RESIDUOS	EMISIONES A LA ATMÓSFERA
<b>FIBRAS</b>					
Algodón y mezclas	Directos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrolito neutro</li> <li>• Humectantes</li> <li>• Igualadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DQO</li> <li>• Color</li> <li>• Contaminantes específicos en función de los colorantes utilizados</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores</li> </ul>
	Azoicos insolubles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Humectantes o detergentes</li> <li>• Ácidos</li> </ul>			
	Sulfurosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agente reductor</li> <li>• Electrolito neutro</li> <li>• Humectante</li> <li>• Agente oxidante</li> <li>• Detergente</li> <li>• Acetato sódico</li> </ul>			
	Tina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NaOH</li> <li>• Hidrosulfito sódico</li> <li>• Electrolito neutro</li> <li>• Humectantes</li> <li>• Igualadores</li> <li>• Oxidantes</li> <li>• Detergente</li> </ul>			
	Reactivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrolito neutro (NaCl o Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)</li> <li>• Humectantes</li> <li>• Álcali (NaOH, NaHCO<sub>3</sub> o Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)</li> </ul>			
Lana y mezclas	Ácidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Igualadores</li> <li>• Ác. acético / fórmico</li> <li>• Sulfato amónico</li> <li>• Sulfato sódico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DQO</li> <li>• Color</li> <li>• Contaminantes específicos en función de los colorantes utilizados (metales, por ej.)</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores</li> </ul>
	Premetalizados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detergentes</li> <li>• Ác. acético</li> <li>• Igualadores</li> </ul>			
	Ácidos cromatables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sales de cromo</li> </ul>			
	Reactivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrolito neutro</li> <li>• Humectantes</li> <li>• Álcali (NaOH, NaHCO<sub>3</sub> o Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)</li> </ul>			
Celulósicas	Reactivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrolito neutro</li> <li>• Humectantes</li> <li>• Álcali (NaOH, NaHCO<sub>3</sub> o Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DQO</li> <li>• Color</li> <li>• Contaminantes específicos en función de los colorantes utilizados (conductividad, por ejemplo)</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores</li> <li>• Aerosoles</li> </ul>
	Sulfurosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agente reductor</li> <li>• Electrolito neutro</li> <li>• Humectante</li> <li>• Agente oxidante</li> <li>• Detergentes</li> <li>• Acetato sódico</li> </ul>			

MATERIA PRIMA	COLORANTES	AUXILIARES/ REACTIVOS	AGUAS RESIDUALES	RESIDUOS	EMISIONES A LA ATMÓSFERA
Sintéticas	Ácidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Igualadores</li> <li>• Ác. acético / fórmico</li> <li>• Sulfato amónico</li> <li>• Sulfato sódico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DQO</li> <li>• Color</li> <li>• Contaminantes específicos en función de los colorantes utilizados</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores</li> <li>• Aerosoles</li> </ul>
	Dispersos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispersantes</li> <li>• Agente reductor</li> </ul>			
	Catiónicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ácido acético / fórmico</li> <li>• Retardadores catiónicos o aniónicos</li> <li>• Igualadores</li> </ul>			
<b>TEJIDOS</b>					
Algodón y mezclas	Directos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrolito neutro</li> <li>• Humectantes</li> <li>• Igualadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DQO</li> <li>• Color</li> <li>• Contaminantes específicos en función de los colorantes utilizados</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores</li> </ul>
	Azoicos insolubles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Humectantes o detergentes</li> <li>• Ácidos</li> </ul>			
	Sulfurosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agente reductor</li> <li>• Electrolito neutro</li> <li>• Humectantes</li> <li>• Agente oxidante</li> <li>• Detergente</li> <li>• Acetato sódico</li> </ul>			
	Tina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NaOH</li> <li>• Agente reductor</li> <li>• Electrolito neutro</li> <li>• Humectantes</li> <li>• Igualadores</li> <li>• Oxidantes</li> <li>• Detergente</li> </ul>			
	Reactivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrolito neutro</li> <li>• Humectantes</li> <li>• Alkali (NaOH, NaHCO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)</li> </ul>			
	Catiónicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ácido acético / fórmico</li> <li>• Retardadores catiónicos o aniónicos</li> <li>• Igualadores</li> </ul>			
	Dispersos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispersantes</li> </ul>			
	Ácidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Igualadores</li> <li>• Ácido acético / fórmico</li> <li>• Sulfato amónico</li> <li>• Sulfato sódico</li> </ul>			
	Premetalizados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detergentes</li> <li>• Ácido acético</li> <li>• Igualadores</li> <li>• Sales amónicas</li> </ul>			



MATERIA PRIMA	COLORANTES	AUXILIARES/ REACTIVOS	AGUAS RESIDUALES	RESIDUOS	EMISIONES A LA ATMÓSFERA
Lana y mezclas	Ácidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Igualadores</li> <li>• Ác. acético / fórmico</li> <li>• Sulfato amónico</li> <li>• Sulfato sódico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DQO</li> <li>• Color</li> <li>• Contaminantes específicos en función de los colorantes utilizados (metales, por ej.)</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores</li> </ul>
	Premetalizados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detergentes</li> <li>• Ácido acético</li> <li>• Igualadores</li> <li>• Sales amónicas</li> </ul>			
	Cromo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sales de cromo</li> </ul>			
	Catiónicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ác. acético / fórmico</li> <li>• Retardadores catiónicos o aniónicos</li> <li>• Igualadores</li> </ul>			
	Reactivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrolito neutro</li> <li>• Humectantes</li> <li>• Alkali (NaOH, NaHCO<sub>3</sub> o Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)</li> </ul>			
<b>GÉNEROS DE PUNTO</b>					
Algodón y mezclas	Directos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrolito neutro</li> <li>• Humectantes</li> <li>• Igualadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DQO</li> <li>• Color</li> <li>• Contaminantes específicos en función de los colorantes utilizados</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores</li> </ul>
	Azoicos insolubles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Humectantes o detergentes</li> <li>• Ácidos</li> </ul>			
	Sulfurosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agente reductor</li> <li>• Electrolito neutro</li> <li>• Humectantes</li> <li>• Agente oxidante</li> <li>• Detergente</li> <li>• Acetato sódico</li> </ul>			
	Tina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NaOH</li> <li>• Agente reductor</li> <li>• Electrolito neutro</li> <li>• Humectantes</li> <li>• Igualadores</li> <li>• Oxidantes</li> <li>• Detergente</li> </ul>			
	Reactivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrolito neutro</li> <li>• Humectantes</li> <li>• Alkali (NaOH, NaHCO<sub>3</sub> o Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)</li> </ul>			
	Catiónicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ác. acético / fórmico</li> <li>• Retardadores catiónicos o aniónicos</li> <li>• Igualadores</li> </ul>			
	Dispersos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispersantes</li> </ul>			
	Ácidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Igualadores</li> <li>• Ác. acético / fórmico</li> <li>• Sulfato amónico</li> <li>• Sulfato sódico</li> </ul>			

MATERIA PRIMA	COLORANTES	AUXILIARES/ REACTIVOS	AGUAS RESIDUALES	RESIDUOS	EMISIONES A LA ATMÓSFERA
	Premetalizados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detergentes</li> <li>• Ácido acético</li> <li>• Igualadores</li> <li>• Sales amónicas</li> </ul>			
Lana y mezclas	Ácidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Igualadores</li> <li>• Ác. acético / fórmico</li> <li>• Sulfato amónico</li> <li>• Sulfato sódico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DQO</li> <li>• Color</li> <li>• Contaminantes específicos en función de los colorantes utilizados (metales, por ej.)</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores</li> </ul>
	Premetalizados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detergentes</li> <li>• Ácido acético</li> <li>• Igualadores</li> <li>• Sales amónicas</li> </ul>			
	Cromo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sales de cromo</li> <li>• Igualadores</li> </ul>			
	Catiónicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ác. acético / fórmico</li> <li>• Retardadores catiónicos o aniónicos</li> <li>• Igualadores</li> </ul>			
	Reactivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrolito neutro</li> <li>• Humectantes</li> <li>• Alcali (NaOH, NaHCO<sub>3</sub> o Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)</li> </ul>			
Celulósicas y mezclas	Directos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrolito neutro</li> <li>• Humectantes</li> <li>• Igualadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DQO</li> <li>• Color</li> <li>• Contaminantes específicos en función de los colorantes utilizados (metales, por ej.)</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores</li> </ul>
	Sulfurosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agente reductor</li> <li>• Electrolito neutro</li> <li>• Humectante</li> <li>• Oxidante</li> <li>• Tensioactivos</li> <li>• Acetato sódico</li> </ul>			
	Tina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NaOH</li> <li>• Agente reductor</li> <li>• Electrolito neutro</li> <li>• Humectantes</li> <li>• Igualadores</li> <li>• Agente oxidante</li> <li>• Detergentes</li> </ul>			
	Sulfurosos tipo soluble	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agente reductor</li> <li>• Electrolito neutro</li> <li>• Humectante</li> <li>• Agente oxidante</li> <li>• Agente de cationizado</li> <li>• Acetato sódico</li> </ul>			
	Reactivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrolito neutro</li> <li>• Humectantes</li> <li>• Alcali (NaOH, NaHCO<sub>3</sub> o Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)</li> </ul>			

## 2.2. PROCESOS DE ESTAMPACIÓN

Previamente al proceso de estampación, el tejido, como en el caso de la tintura, también debe ser preparado. Existen diversos tipos de estampación. En la siguiente tabla se muestran los más habituales, así como las etapas que siguen a la estampación, los productos químicos habitualmente utilizados y su influencia sobre el medio ambiente (tanto para tejidos como para géneros de punto).

**Tabla 3**

ETAPAS DE PROCESO		AUXILIARES/ REACTIVOS	AGUAS RESIDUALES	RESIDUOS	EMISIONES A LA ATMÓSFERA
Estampación	Aerografía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colorantes / pigmentos</li> <li>• Disolvente orgánico</li> <li>• Resinas</li> <li>• Emulsionante</li> </ul>	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aerosoles</li> <li>• COV (disolventes)</li> </ul>
	Corrosión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colorante</li> <li>• Espesantes</li> <li>• Auxiliares</li> <li>• Corroyentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espesantes y productos no fijados a la fibra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restos de pastas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• COV</li> </ul>
	Directa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colorante</li> <li>• Espesantes</li> <li>• Auxiliares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espesantes y productos no fijados a la fibra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restos de pastas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• COV</li> </ul>
	Pigmentaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pigmentos</li> <li>• Resinas</li> <li>• Espesantes</li> <li>• Aditivos</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restos de pastas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• COV</li> </ul>
Secado		—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• COV</li> </ul>
Vaporizado		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapor</li> </ul>	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores</li> <li>• COV</li> </ul>
Lavado		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detergentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DQO</li> <li>• Color</li> <li>• Metales (estampación por corrosión)</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapores</li> <li>• Aerosoles</li> <li>• COV</li> </ul>
Polimerización		—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapor de agua</li> <li>• COV</li> </ul>

## 2.3. PROCESOS DE ACABADO

Por lo que respecta a los acabados, tanto de tejidos teñidos como estampados, cabe distinguir entre acabados mecánicos y aprestos químicos. Los productos químicos utilizados, así como las corrientes residuales generadas dependen del tipo de acabado deseado, por lo que la generalización no es posible. A continuación se muestra, en forma de tabla, las corrientes residuales que se consideran más habituales:

**Tabla 4**

<b>TIPO DE ACABADO</b>	<b>AGUAS RESIDUALES</b>	<b>RESIDUOS</b>	<b>EMISIONES A LA ATMÓSFERA</b>
Mecánico	—	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fibras</li><li>• Borrás</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Partículas y polvo de fibras</li><li>• COV</li></ul>
Químico	<ul style="list-style-type: none"><li>• DQO</li><li>• Contaminantes específicos en función de los aprestos utilizados (AOX, tensioactivos, grasas, etc.)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Restos de baños de acabado</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• COV</li></ul>

## **2.4. OPORTUNIDADES DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN**

Se presentan, en forma de tabla, las oportunidades de prevención de la contaminación más relevantes, clasificadas según el siguiente esquema:

### **POSIBILIDADES DE REDUCCIÓN EN ORIGEN**

- Rediseño de productos
- Rediseño de procesos
  - Sustitución de materias primas
  - Nuevas tecnologías
  - Buenas prácticas

### **POSIBILIDADES DE RECICLAJE EN ORIGEN**

### **POSIBILIDADES DE VALORIZACIÓN**

- Reciclaje externo
- Valorización energética

Tabla 5

	REDUCCIÓN EN ORIGEN			RECICLAJE EN ORIGEN
	SUSTITUCIÓN DE MATERIAS PRIMAS	NUEVAS TECNOLOGÍAS	BUENAS PRÁCTICAS	
<b>DISMINUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA</b>	6.1.1.2 6.1.1.5 6.1.1.7	6.1.2.1 6.1.2.2 6.1.2.3 6.1.2.4 6.1.2.5 6.1.2.7 6.1.2.9 6.1.2.11 6.1.2.12 6.1.2.13	6.1.3.1 6.1.3.2 6.1.3.3 6.1.3.4 6.1.3.5 6.1.3.6	6.2.1.1 6.2.1.2 6.1.2.3
<b>DISMINUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA</b>	6.1.1.1 6.1.1.2	6.1.2.1 6.1.2.2 6.1.2.3 6.1.2.4 6.1.2.5 6.1.2.6 6.1.2.8 6.1.2.9 6.1.2.13	6.1.3.1 6.1.3.2 6.1.3.3 6.1.3.4 6.1.3.5 6.1.3.6	6.1.2.3
<b>DISMINUCIÓN DEL CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS</b>	6.1.1.1 6.1.1.5 6.2.1.1	6.1.2.1 6.1.2.2 6.1.2.3 6.1.2.6 6.1.2.10	6.1.3.1 6.1.3.4	6.2.1.1 6.1.2.3
<b>DISMINUCIÓN DE LA CARGA CONTAMINANTE DE LAS AGUAS RESIDUALES</b>	6.1.1.1 6.1.1.3 6.1.1.4 6.1.1.5 6.1.1.6 6.1.1.7 6.2.1.1	6.1.2.1 6.1.2.2 6.1.2.3 6.1.2.4 6.1.2.6 6.1.2.9 6.1.2.10 6.1.2.11 6.1.2.12 6.1.2.13	6.1.3.1 6.1.3.2 6.1.3.4 6.1.3.5 6.1.3.6	6.2.1.1 6.2.1.2 6.1.2.3
<b>DISMINUCIÓN DE LAS EMISIONES A LA ATMÓSFERA</b>	6.1.1.5	6.1.2.2 6.1.2.7 6.1.2.8	6.1.3.5 6.1.3.6	—
<b>DISMINUCIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS GENERADOS</b>	—	6.1.2.2 6.1.2.3 6.1.2.11	6.1.3.6	6.1.2.3
<b>MEJORAS PARA EL SISTEMA DE DEPURACIÓN</b>	6.1.1.1 6.1.1.3	6.1.2.2 6.1.2.3	—	6.1.2.3
<b>AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD</b>	6.1.1.1 6.1.1.2 6.1.1.4	6.1.2.1 6.1.2.2 6.1.2.4 6.1.2.6 6.1.2.7 6.1.2.9	6.1.3.3 6.1.3.4	—
<b>OTROS BENEFICIOS</b>	—	6.1.2.8	—	—

## **2.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Dadas las características de los subsectores estudiados, se considera que los principales efectos de éstos sobre el medio ambiente son:

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

Sin embargo, esta situación permite la implantación de gran número de mejoras para conseguir la prevención de la contaminación y el ahorro de recursos naturales. A grandes rasgos, teniendo en cuenta la diversidad del sector y para poder mantener la competitividad de las empresas, la solución radica en la implantación, en cada caso particular, de aquella o aquellas mejoras que se consideren más adecuadas de entre todas las posibles. Una lista no exhaustiva de estas mejoras es:

- Aislamiento de todas las conducciones y equipos que trabajen con vapor o agua caliente, para minimizar las pérdidas de energía.
- Estudio de las posibilidades existentes para la recuperación de calor, ya sea a partir de gases calientes, vapor o agua caliente.
- Estudio de la posibilidad de reducir el número de etapas que se realizan en húmedo, mediante la realización de dos o más etapas en un mismo baño. Así se suele conseguir, no sólo la reducción del consumo de agua y de energía, sino también de auxiliares y productos químicos.
- Optimización de los procesos y de los equipos para reducir las relaciones de baño utilizadas y minimizar, así, el consumo de agua.
- Implantar el control automatizado de las variables críticas de proceso para minimizar los índices de “reoperados” y “añadidas”, con lo cual, no sólo se ahorra agua, energía, colorantes, auxiliares y productos químicos, sino que se puede aumentar la productividad del establecimiento.

- Automatización de la preparación de baños de tintura, pastas de estampación y aprestos, mediante cocinas de colores automáticas y dosificación de auxiliares automáticas, para minimizar potenciales errores, que repercutirían en un mayor índice de “reoperados” y “añadidas”.
- Estudio de las posibilidades de reutilización de aguas residuales en determinados procesos, como por ejemplo en los aclarados previos.
- Estudio de las posibilidades de reciclaje en origen de algunos baños, de algunos aprestos y de restos de pastas de estampación.
- Optimización de las operaciones de limpieza de máquinas y utensilios.
- Progresivo incremento en la utilización de colorantes y procesos que conduzcan a alto agotamiento sobre las fibras.
- Reducción, dentro de la medida de lo posible, de la variedad de colorantes, auxiliares y productos químicos que se utilizan; y almacenamiento y control de estocs correcto de todos ellos para reducir la generación de productos caducados o en mal estado que deben ser gestionados como residuos.
- Adecuación del volumen de los envases en los que se adquieren colorantes, auxiliares y productos químicos al nivel de consumo de cada producto. En los casos en los que el consumo es elevado, interesa disponer de instalaciones para la recepción del producto a granel, puesto que así se evitará la generación de envases vacíos.

No obstante, para llevar a cabo algunas de estas opciones, es necesaria la sustitución de determinadas materias primas, la adquisición de determinada instalación y/o la implantación de determinada nueva tecnología, tal como se detalla en el capítulo 6. El análisis de la viabilidad económica de las diferentes alternativas existentes deberá hacerse en cada caso particular, puesto que las inversiones que se requerirán dependerán de la tecnología preexistente en cada empresa.

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





### 3. SITUACIÓN DE LA INDUSTRIA TEXTIL EN LOS PAÍSES DEL PAM

El presente capítulo se ha confeccionado con la información suministrada por los diferentes países pertenecientes al PAM. Para la recopilación de dicha información, se ha utilizado un cuestionario, supervisado por el personal del CAR/PL, que fue enviado en julio de 2001 a los distintos puntos focales, para su cumplimentación.

El cuestionario fue enviado a: Albania, Argelia, Bosnia-Herzegovina, Croacia, Chipre<sup>1</sup>, Egipto, España, Francia, Grecia<sup>2</sup>, Israel, Italia<sup>3</sup>, Líbano<sup>2</sup>, Libia, Malta, Marruecos, Mónaco<sup>1</sup>, Siria, Túnez y Turquía<sup>4</sup>.

A partir del cuestionario cumplimentado y de la información adicional y comentarios que cada uno de los países han presentado, se ha elaborado una descripción de la situación de los subsectores textiles en estudio en cada país y una comparación entre ellos. Estos textos han sido, posteriormente, enviados por parte del CAR/PL a cada uno de los países participantes en el proyecto para su supervisión y aprobación final.

Los datos suministrados en dólares americanos se han convertido a euros usando la equivalencia 1 € = 0,93 US\$.

#### 3.1. DESCRIPCIÓN DEL SECTOR TEXTIL EN LOS PAÍSES DEL PAM

##### 3.1.1. *Albania*

La información de este documento ha sido proporcionada por el Environmental Pollution Control and Prevention Directorate del National Environmental Office (hoy Ministerio de Medio Ambiente), con la colaboración de la Sra. Mirela Kamberi, M. Sc.

Las principales fuentes de datos relacionados con las prácticas ambientales en la industria textil de Albania proceden de:

- National Environmental Agency
- INSTAT: Instituto Nacional de Estadísticas de Albania
- Oficinas Municipales; oficinas estadísticas
- National Energy Agency
- Ministry of Public Economy and Privatisation

<sup>1</sup> No se han incluido datos de Mónaco ni de Chipre por no disponer dichos países de industria textil.

<sup>2</sup> No se han incluido datos de Grecia ni de Líbano puesto que dichos países no han contestado al cuestionario enviado.

<sup>3</sup> Los datos que se han hecho constar en el caso de Italia corresponden, exclusivamente, a la región del Prato y no a la totalidad del país. Dicha región concentra una parte importante de la industria textil del país, concretamente, la más avanzada tecnológicamente.

<sup>4</sup> No se pudo enviar el cuestionario a Eslovenia por no disponer de Punto Focal Nacional que pudiese hacerse cargo de la cumplimentación del cuestionario.

### 3.1.1.1. Datos generales de la industria textil del país

#### Principales zonas geográficas con industria textil

La industria textil en Albania se encuentra principalmente en las siguientes áreas:

- Tirana
- Korca
- Gjirokastra
- Durres
- Shkoder

#### Principales subsectores textiles presentes en el país

Según fuentes del INSTAT, de las oficinas municipales y del Yearly Statistical Book del año 2000, los subsectores de tintura y acabados utilizan como materia prima la lana, con una producción de 4.960.024,7 €/año, el algodón, con una producción de 13.226.731,2 €/año, las fibras artificiales, con una producción de 6.613.365,5 €/año, las fibras sintéticas, con una producción de 992.005,38 €/año y las mezclas, con una producción de 7.274.702,1 €/año.

Por su parte, y de acuerdo con las mismas fuentes, el subsector de estampación utiliza las mismas materias primas, con las siguientes producciones anuales: lana con 2.670.782,8 €/año, algodón con 7.122.086,02 €/año, fibras artificiales con 3.561.043,0 €/año, fibras sintéticas con 534.156,99 €/año y mezclas con 3.917.147,3 €/año.

#### Número total de empresas textiles y de trabajadores en el país

Según datos del año 2000 procedentes del INSTAT, se cifran en:

- 138 el número total de empresas correspondientes a los sectores de tintura y acabados, con un total de 2.539 trabajadores; y en 113 las empresas dedicadas a la estampación, las cuales emplean a 1.223 trabajadores.
- 251 el número total de empresas del conjunto de los subsectores de tinturas acabados y estampación, con un total de 3.762 trabajadores.
- 123.643 el número global de industrias del país, con un total de 970.020 trabajadores.

#### Contribución al PIB en %

De acuerdo con datos procedentes del INSTAT relativos al año 2000, el conjunto de todas las actividades correspondientes al sector textil contribuyeron en un 3,74% al total del PIB del país siendo éste de 2.473.120.000 €.

Según las mismas fuentes, los subsectores de tintura y acabados corresponden a un 65% de la industria textil y el subsector de estampación corresponde al 35% restante.

### **3.1.1.2. Aspectos ambientales**

#### **Existencia de infraestructuras relacionadas con la gestión ambiental a escala nacional**

Solamente se detalla la existencia de 83 vertederos de RSU y se especifica que los residuos industriales son llevados a estos mismos vertederos. No existen más infraestructuras medioambientales. La información es del año 2000 y procede de la National Environmental Agency.

#### **Consumo energético anual para los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Todos los datos de este apartado corresponden al año 2000 y proceden de la National Energy Agency.

El consumo anual de energía eléctrica alcanza los 124.200 Mw/año, con un coste unitario de 90,87 €/Mw.

El consumo anual de gas-oil es de 14.400 Tm/año, con un coste unitario de 530,06 €/Tm.

El consumo anual de fuel-oil alcanza las 16.000 Tm/año, con un coste unitario de 189,31 €/Tm.

Se hace constar que el consumo de gas natural fue nulo y que se utilizaron otras fuentes de energía además de las mencionadas.

#### **Consumo anual de agua de los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Según datos de las empresas de suministro de agua correspondientes al año 2000, la mayor cantidad de agua para el consumo de las empresas de los subsectores en estudio lo proporciona la red de abastecimiento público, con un total de 49.640.000 m<sup>3</sup>/año y un coste de 0,45 €/m<sup>3</sup>. También se utilizan 28.000.000 m<sup>3</sup> de agua procedente de captaciones superficiales, con un coste de 0,13 €/m<sup>3</sup>.

#### **Consumo anual de productos químicos de los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Según información correspondiente al año 2000, procedente del INSTAT, en Albania se consumieron en los subsectores objeto de estudio:

- 500 t de pigmentos y colorantes
- 301 t de productos químicos auxiliares
- 12.000 t de sales inorgánicas
- 2.993 t de disolventes halogenados
- 1.212 t de disolventes no halogenados
- 1.000 t de otros productos no especificados

#### **Generación anual de aguas residuales y destino de las mismas en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Según datos de las oficinas municipales, el 10% de las industrias correspondientes a los subsectores textiles de tintura, acabado y estampación, poseen estación depuradora de aguas residuales, tratando un total de 7.764.000 m<sup>3</sup>/año. El 90% restante no realiza depuración alguna, y vierte 5.124.000 m<sup>3</sup>/año.

### **Generación anual de residuos y destino de los mismos en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

De acuerdo con información procedente de las oficinas municipales, Albania produce al año un total de:

- 120 t de residuos correspondientes a restos de pigmentos y colorantes sólidos
- 220 t de restos de pigmentos y colorantes líquidos
- 90 t de restos de productos químicos auxiliares sólidos
- 150 t de restos de productos químicos auxiliares sólidos
- 4.000 t de sales inorgánicas
- 1.600 t de disolventes halogenados sucios
- 680 t de disolventes no halogenados sucios
- 200 t de aceites usados

Se hace constar que la información respecto a la generación de otros residuos, como envases, embalajes o restos textiles, no se halla disponible.

En cuanto al destino de los diferentes residuos, las mismas fuentes indican que los sólidos (restos de pigmentos y colorantes, restos de productos químicos auxiliares, envases, embalajes y restos textiles) son depositados en vertederos, mientras que los líquidos (restos de pigmentos y colorantes, restos de productos químicos auxiliares, disolventes y aceites) y las sales inorgánicas suelen ser evacuados a través de las aguas residuales.

### **Costes relacionados con la gestión ambiental en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Según datos de 2000, procedentes de las oficinas estadísticas, el coste anual de la gestión ambiental para las empresas de los subsectores en estudio correspondería al coste de las tasas sobre el vertido de aguas residuales 1.182.795,6 €/año, y al coste de las tasas sobre la generación de residuos 1.612.903,2 €/año.

Los datos suministrados consideran que otros conceptos, como el tratamiento externo de residuos, el tratamiento de las emisiones atmosféricas, las tasas sobre el consumo de agua o las tasas sobre la generación de emisiones a la atmósfera no supusieron ningún coste.

No se dispone de datos del coste que supone el tratamiento en origen de las aguas residuales para aquellas empresas que disponen de estación depuradora propia.

### **Existencia de ayudas económicas estatales para el sector textil**

Los proyectos ambientales no han contado con ningún tipo de ayuda estatal hasta la fecha.

### **Prácticas ambientales habituales en las industrias de tintura, acabados y estampación**

Por lo que respecta al grado de implantación de prácticas ambientales orientadas a la prevención de la contaminación, la información recibida procede de auditorías realizadas a industrias textiles.

Los datos se refieren al porcentaje de empresas que se considera que realiza una determinada práctica, sobre el total de empresas de los subsectores en estudio.

A partir de dichas auditorías, se puede concluir que un 10% de empresas medianas realizan el tratamiento en origen de sus aguas residuales.

La información respecto a la existencia de cocinas de colores automáticas, mantenimiento preventivo de las instalaciones, dosificación automática de productos auxiliares o sistemas de control "on line" de los procesos no se halla disponible.

Otras prácticas ambientales, como reutilización de aguas residuales o de baños de acabado, reciclaje de disolventes en origen, recuperación de pastas de estampación, optimización del tamaño de los envases al nivel de consumo de cada producto y la aplicación de sistemas de prevención destinados a evitar la generación de productos caducados, así como la certificación ISO 14001 y/o la verificación EMAS no son realizadas por las compañías de los subsectores textiles objeto de estudio.

### **Existencia de legislación ambiental**

Según el Ministerio de Medio Ambiente, Albania posee legislación sobre la recogida de residuos y sobre emisiones atmosféricas.

Respecto a la legislación sobre aguas residuales y contaminación de suelos, Albania se encuentra en la fase de elaboración de sus borradores de ley.

### **3.1.2. Argelia**

La información de este documento ha sido proporcionada por el "Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement" con la colaboración de la Sra. Dalila Boudjemaa. Las principales fuentes de datos relacionados con las prácticas ambientales en la industria textil de Argelia proceden de:

- MATE: Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement

#### **3.1.2.1. Datos generales de la industria textil del país**

##### **Principales zonas geográficas con industria textil**

Se hace constar que la industria textil de Argelia se encuentra en el Este, el Oeste, el Centro-Norte y Sur-Este del país.

##### **Principales subsectores textiles presentes en el país**

Los datos suministrados por el MATE corresponden a los años 1998-1999 y hacen referencia al subsector de tintura y acabados.

En cuanto a los materiales utilizados la producción anual ascendió a 540 t de lana (correspondientes a 1.020.000 metros), 428.815 t de algodón (correspondientes a 18.000.000 metros y 5.320.020 artículos), 3.560 t de mezclas (correspondientes a 14.972.444 metros), 7 t de fibras artificiales y 390 t de fibras sintéticas (correspondientes a 629.922 metros y 1.765.000 artículos).

### **Número total de empresas textiles y de trabajadores en el país**

En la información proporcionada, según datos de los años 1998-1999 procedentes del MATE, se cifran en:

- 4 el número total de empresas correspondientes a los sectores de tintura y acabados, con un total de 1.570 trabajadores.
- 39 el número total de empresas del conjunto del sector textil, con un total de 9.589 trabajadores.

### **3.1.2.2. Aspectos ambientales**

#### **Existencia de infraestructuras relacionadas con la gestión ambiental a escala nacional**

La información se refiere a los años 1998-1999 y procede del MATE.

Se especifica la existencia de 11 estaciones depuradoras de aguas residuales, 8 plantas de tratamiento de aceites usados, 1 instalación de reciclaje de envases, 10 valorizadores de restos textiles, 5 instalaciones de valorización de envases no contaminados y 2 plantas de valorización de plásticos. No se indica la existencia ni de vertederos de residuos peligrosos, ni de RSU, ni de plantas de valorización de disolventes.

#### **Consumo anual de agua de los subsectores de tintura, acabados y estampación**

La mayor cantidad de agua consumida por las empresas del sector textil procede de la red de abastecimiento público, con un total de 16.029 m<sup>3</sup>/día (4.808.700 m<sup>3</sup>/año). También se utilizan 2.543 m<sup>3</sup>/día (763.000 m<sup>3</sup>/año) de agua procedente de pozos.

La información se refiere a los años 1998-1999 y procede del MATE.

#### **Consumo anual de productos químicos de los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Anualmente la industria textil argelina consume:

- 40,12 t de pigmentos y colorantes
- 16.356 t de productos químicos auxiliares sólidos
- 156.584 litros de productos químicos auxiliares líquidos
- 4.381 t de sales inorgánicas
- 7.850 t de otros productos no especificados

### **Generación anual de aguas residuales y destino de las mismas en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Según datos procedentes del MATE, el 30% de las industrias correspondientes a los subsectores textiles de tintura, acabados y estampación, poseen estación depuradora de aguas residuales, mientras que el 70% realiza el vertido sin depuración previa.

### **Generación anual de residuos y destino de los mismos en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Según fuentes del MATE, anualmente se producen las siguientes cantidades de residuos:

- 632,15 t de residuos de productos químicos auxiliares líquidos, que son evacuados junto con las aguas residuales
- 11.000 t de aceites utilizados, que son recuperados por NAFTEL
- 208 t de restos de envases, que son valorizados mediante su venta
- 430,5 t de restos textiles, que son recuperados
- 68,3 t de restos de embalajes, parcialmente reutilizados o depositados en vertedero
- 74,9 t de fangos de depuradora
- 13 t de otros productos que son reciclados

### **Prácticas ambientales habituales en las industrias de tintura, acabados y estampación**

Por lo que respecta al grado de implantación de buenas prácticas ambientales, únicamente se indica que ninguna empresa textil posee certificación ISO/ EMAS.

### **Existencia de legislación ambiental**

Según el MATE, Argelia posee legislación ambiental sobre residuos, aguas residuales y contaminación de suelos. No obstante, no existe legislación sobre emisiones atmosféricas.

### **3.1.3. Bosnia-Herzegovina**

La información que se presenta en este documento ha sido proporcionada por Hydro-Engineering Institute, Center for Environmentally Sustainable Development, con la colaboración de la Sra. Irem San.

Las principales fuentes de datos relacionados con las prácticas ambientales en la industria textil de Bosnia-Herzegovina son:

- B&H in numbers, año 2000
- Statistical Yearbook of FB&H, 1999
- Statistical Yearbook of RS, 1998
- BiH Economic Update 2000-Third Quarter, USAID report
- Hydro-Engineering Institute

Se explicita que la mayoría de los datos sólo están disponibles para la Federación de Bosnia-Herzegovina.

Desgraciadamente, en Bosnia-Herzegovina, el estado de la industria en general es muy pobre. La mayor parte de las industrias fueron destruidas o dañadas durante el conflicto bélico de 1992 a 1995 por lo que, actualmente, realizan su actividad a un 30% de la capacidad que tenían antes de la guerra. El 99% de las industrias están en proceso de privatización y no realizan ninguna inversión en mejoras, ya sean tecnológicas o medioambientales, por lo que se trabaja con tecnologías anticuadas.

### **3.1.3.1. Datos generales de la industria textil del país**

Bosnia-Herzegovina consta de dos entidades, correspondientes a distintas áreas geográficas y altamente autónomas. Ambas tienen su propio Instituto de Estadística y elaboran sus datos por separado:

- Federación de Bosnia-Herzegovina (FB&H): entidad descentralizada, dividida en diez cantones, cada uno de los cuales es una entidad gubernamental, con alta capacidad legislativa y ejecutiva.
- República de Srpska (RS): entidad centralizada y dividida en siete regiones. La administración local en cada una de las regiones existe sólo a escala municipal. La República es la responsable de la protección medioambiental, y los municipios, de acuerdo con la ley, se encargan de satisfacer las necesidades específicas de la población en cuanto a protección del medio ambiente.

### **Principales zonas geográficas con industria textil**

Las zonas geográficas o regiones más relevantes en las cuales se desarrolla actividad textil corresponden a:

- Bosnia-Herzegovina del Norte
- Bosnia-Herzegovina Central

### **Principales subsectores textiles presentes en el país**

La información disponible divide la industria textil en subsectores diferentes de los propuestos, a saber: fabricación de tejidos y confección de prendas de vestir. El sector de fabricación de tejidos incluye los procesos de hilatura de algodón y lana, fabricación de sábanas de algodón y de mezclas, fabricación de mantas de lana y de fibras sintéticas; mientras que el sector de confección de prendas de vestir incluye la fabricación de prendas de algodón, de género de punto, de lencería y confección de “prêt à porter”. Así pues, la información está referida a estos dos subsectores.

Según datos del año 1999 procedentes de “FB&H in numbers, 2000”, en Bosnia-Herzegovina las industrias textiles correspondientes a los subsectores de confección de tejidos utilizan como materias primas la lana, el algodón y las fibras artificiales.



La producción anual, en 1999, para el subsector de fabricación de tejidos fue: 29 t/año de hilatura de algodón, 216 t/año de hilatura de lana, 81 t/año de tejido de algodón y 105 t/año de tejidos de lana. Se hace constar que se producen, anualmente, 1.803.000 pares de calcetines y 302.000 m<sup>2</sup> de ropa del hogar.

En lo relativo al subsector de confección de prendas de vestir, se producen, anualmente, 109 t/año de género de punto, 58.000 m<sup>2</sup> de ropa del hogar y 5.897.000 m<sup>2</sup> de prendas confección.

Los datos proceden de FB&H y están referidos al año 2000.

### **Número total de empresas textiles y trabajadores en el país**

Según el “Statistical Yearbook of FB&H, 1999”, el “Statistical Yearbook of RS, 1998” y el “BiH Economic Update 2000 - Third Quarter, USAID report”, que utilizan datos de los años 1998, 1997 y 2000 respectivamente, hay 701 industrias en el país, que dan empleo a 633.540 trabajadores. De éstas, 91 empresas operan en el sector textil, proporcionando empleo a 12.750 trabajadores. De estas últimas, 16 pertenecen al subsector de fabricación de tejidos (1.832 trabajadores) y 75 al de confección de prendas de vestir (10.918 trabajadores).

### **Contribución al PIB en %**

No se dispone de datos sobre la contribución del sector textil al PIB del país.

El global de la industria contribuye en un 20% en FB&H, y en un 27% en RS al PIB total del país, siendo éste de 3.554.700 €.

La información procede de “Statistical yearbook of FB&H, 1998”, del “Statistical yearbook of RS, 1998” y del “BiH Economic Update 2000 - Third Quarter, USAID report”.

### **3.1.3.2. Aspectos ambientales**

#### **Existencia de infraestructuras relacionadas con la gestión ambiental a escala nacional**

Las únicas infraestructuras ambientales existentes son vertederos de residuos sólidos urbanos. Casi todas las fábricas tienen en su proximidad algún vertedero, pero sólo tres de ellos son controlados, uno ya funciona y los otros dos esperan su apertura. Los demás corresponden a vertederos incontrolados.

Estos datos proceden del Hydro-Engineering Institute, y corresponden al año 2001.

### **Consumo energético anual para el sector textil**

Los datos proporcionados se refieren solamente al consumo eléctrico en la Federación de Bosnia-Herzegovina, el cual asciende a 21.627 Mw/año (5.331 Mw en el subsector de fabricación de tejidos y 16.296 Mw en el de confección de vestidos). El coste por unidad es de 0,13 €/kw.

La información es del “Statistical Yearbook of FB&H, 1999”.

### **Consumo anual de agua del sector textil**

Esta información, facilitada por el Hydro-Engineering Institute, es una estimación basada en los consumos anteriores al conflicto bélico (1992). La información referida a los precios es actual (año 2001) y se trata de un promedio, pues el precio varía de municipio a municipio.

El agua utilizada procede de la red pública de distribución y el sector textil se estima que consume, aproximadamente, 1.620.000 m<sup>3</sup>/año, a un coste de 0,97 €/m<sup>3</sup>.

### **Consumo anual de productos químicos del sector textil**

Se hace constar que dicha información no se halla disponible.

### **Generación anual de aguas residuales y destino de las mismas en el sector textil**

Se especifica que un 26% de las empresas disponen de sistemas propios de tratamiento de aguas residuales, procesando anualmente 1.296.000 m<sup>3</sup>. No obstante, estas plantas o no funcionan o lo hacen con un rendimiento muy bajo, a causa de los daños sufridos durante la guerra. El caudal de agua residual tratado se ha estimado suponiendo un 80% del agua consumida. El 74% restante de las empresas, se considera que no tratan sus aguas residuales.

La información es estimada y procede del Hydro-Engineering Institute.

### **Generación anual de residuos y destino de los mismos en el sector textil**

En ningún caso se facilita información, por no hallarse disponible, sobre la cantidad de los distintos tipos de residuos generada por parte de los subsectores objeto de este estudio.

Según datos (no consta el año a que hacen referencia) procedentes del Hydro-Engineering Institute, residuos como restos de pigmentos y colorantes, sólidos o líquidos, productos químicos auxiliares, sólidos o líquidos, sales inorgánicas y disolventes, halogenados o no halogenados, se evacúan a través de las aguas residuales, puesto que no se dispone de infraestructuras para su correcto tratamiento y gestión.

Por otro lado, los aceites usados, restos de envases y embalajes, restos textiles y fangos de depuradora suelen ser llevados a vertedero sin que se produzca valorización ni reciclaje alguno.

### **Costes relacionados con la gestión ambiental en el sector textil**

Los costes de gestión ambiental que deben asumir las empresas del sector textil se limitan, según la información aportada, a las tasas sobre el consumo de agua y sobre el vertido de aguas residuales, y al coste que supone el tratamiento de aguas residuales o la gestión de los residuos generados. No obstante, se desconoce lo que pueden suponer los dos últimos.

Por lo que respecta a las tasas antes mencionadas, según datos procedentes de Water Law of B&H referidos al año 2001, los tipos aplicados son los siguientes:

Tasa sobre el consumo de agua: 0,023 €/m<sup>3</sup>

Tasa sobre el vertido de aguas residuales: 0,97 €/PE\*.

En Bosnia-Herzegovina no existen tasas ambientales ni para los residuos industriales ni para las emisiones atmosféricas.

### **Existencia de ayudas económicas estatales para las empresas del sector textil**

Se han asignado un total de 10,8 M€ en concepto de ayudas económicas al conjunto del sector textil, cuyo presupuesto se distribuía a partes iguales (2,7 M€) para cada una de las siguientes actividades:

- Protección del Medio Ambiente. No se facilita información sobre el importe concedido.
- Nuevas instalaciones (1,2 M€ concedidos)
- Reconstrucción, modernización y expansión (1,2 M€ concedidos)
- Mantenimiento de las instalaciones (0,027 M€ concedidos)

Estos datos proceden de BiH Economic Update 2000 - Third Quarter, USAID report.

### **Prácticas ambientales habituales en el sector textil**

Por lo que respecta al grado de implantación de prácticas ambientales orientadas a la prevención de la contaminación, la información recibida procede de Hydro-Engineering Institute y no se facilita información sobre el año al que se refieren.

Según datos referidos al conjunto del sector textil, únicamente una gran empresa realiza la dosificación automática de productos auxiliares, mientras que el 26% de las industrias realiza un tratamiento en origen de las aguas residuales.

### **Existencia de legislación ambiental**

A través del "EC Environment program for B&H" la Comisión Europea ha proporcionado soporte técnico y financiero a FB&H y RS para la elaboración de leyes para la protección ambiental. Concretamente, se está en la fase final de elaboración de una Ley Marco Medioambiental, de una ley que establezca el marco para el otorgamiento de licencias ambientales tanto en FB&H como en RS, y de leyes sobre la protección del agua, los residuos, los suelos contaminados, la protección del aire y la protección de la naturaleza.

---

\* PE: Población Equivalente, unidad utilizada para determinar la carga orgánica de las aguas residuales, cuyo cálculo se basa en un procedimiento determinado por la ley de aguas.

### **3.1.4. Croacia**

La información contenida en este documento ha sido proporcionada por Croatian Cleaner Production Centre, con la colaboración de la Sra. Dijana Baksa, B. sc. econ.

Las principales fuentes de datos relacionados con las prácticas ambientales en la industria textil de Croacia son:

- CBS: Central Bureau of Statistics
- CCE: Croatian Chamber of Economy
- MZOPU: Ministry of Environmental Protection

Para la cumplimentación del cuestionario enviado, se contactó con todos los miembros de la Asociación de Industrias Textiles y del Vestir, pertenecientes al Departamento de Industria de la Cámara de Economía de Croacia (CCE) y se solicitaron casos prácticos de implantación de medidas de prevención de la contaminación a 80 empresas de la Asociación de Industrias Textiles y del Vestir pertenecientes a CCE.

Algunas empresas no desean participar en el estudio porque piensan que la información solicitada es confidencial.

#### **3.1.4.1. Datos generales de la industria textil del país**

##### **Principales zonas geográficas con industria textil**

De acuerdo con la CCE, las zonas geográficas o regiones más relevantes en las cuales se desarrolla actividad textil corresponden a los condados de:

- Cakovec
- Karlovac
- Varazdin
- Osijek
- Zagreb

##### **Principales subsectores textiles presentes en el país**

En Croacia los subsectores de la industria textil son: fabricación de tejidos (hilatura de algodón, hilados de lana, tejidos, etc.), fabricación de prendas de vestir, y tintura y confección de prendas de piel. A partir de la información suministrada, se considera que los subsectores de tintura, acabados y estampación se incluirían en el sector de fabricación de tejidos, no obstante, la información es confusa.

Según datos del año 2000 procedentes del CCE, en Croacia las industrias textiles correspondientes a los subsectores de tintura y acabados utilizan como materia prima lana, algodón, fibras artificiales, fibras sintéticas y mezclas. No se ha proporcionado información sobre el subsector de estampado.

En cuanto a la producción anual, para el subsector de tintura y acabados que utiliza la lana como materia prima, asciende a un total de 375 t/año, para el algodón, a 6.074 t/año, para las mezclas, a 55.786.000 m<sup>2</sup>/año, para las fibras artificiales, a 2.589 t/año, y a 823 t/año para las fibras sintéticas (datos procedentes del CBS).

### **Número total de empresas textiles y trabajadores en el país**

No se dispone de datos del número de empresas por subsectores.

Por lo que respecta a la totalidad del sector textil, los datos suministrados por el CBS y por la CCE, correspondientes al año 2001 son los siguientes:

- Se cifra en 720 el número total de empresas del conjunto del sector textil, con un total de 39.200 trabajadores (dato del año 2000). En el sector de tintura y acabados hay un total de 11.192 trabajadores, y 28.008 en el de estampación (datos del año 2001).
- Se cifra en 84.394 el número global de industrias del país, con un total de 1.008.415 trabajadores (datos del año 2001).

### **Contribución al PIB en %**

De acuerdo con la información procedente del CBS, correspondiente al año 1998, el sector textil contribuyó en un 1,3% al total del PIB. A partir de los datos aportados, se podría considerar esta contribución atribuible, únicamente, al subsector de tintura y acabados.

#### **3.1.4.2. Aspectos ambientales**

##### **Existencia de infraestructuras relacionadas con la gestión ambiental a escala nacional**

Se hace constar que no existen datos sobre este particular.

##### **Consumo energético anual para los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Todos los datos de este apartado corresponden al año 1999 y proceden del CBS. No se suministra información sobre el coste unitario de los distintos tipos de fuentes energéticas.

El consumo conocido de los diferentes tipos de energía es el siguiente:

Energía eléctrica: alcanza los 150 Mw/año

Gas natural: asciende a 9.000 m<sup>3</sup>/año

Productos petrolíferos: 7.000 t/año

##### **Consumo anual de agua de los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Según datos del CBS referidos a 1998, la mayor parte del agua consumida por las empresas objeto de este estudio procede de la red de abastecimiento público, con un total de 1.846.000 m<sup>3</sup>/año,

seguido de aguas superficiales procedentes de ríos con un total de 1.295.000 m<sup>3</sup>/año. Se estima que el agua procedente de pozos proporciona un total de 5.000 m<sup>3</sup>/año y otros tipos de aguas subterráneas, 971.000 m<sup>3</sup>/año.

### **Consumo anual de productos químicos de los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Se hace constar que no existen datos sobre este particular.

### **Generación anual de aguas residuales y destino de las mismas en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Se hace constar que no existen datos sobre este particular.

### **Generación anual de residuos y destino de los mismos en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

La única información, facilitada por la CCE, sobre este punto consiste en la generación de 21 t/año de restos textiles.

### **Costes relacionados con la gestión ambiental**

No existe información sobre este punto.

### **Existencia de ayudas económicas estatales para las empresas del sector textil**

No existe información sobre este punto.

### **Prácticas ambientales habituales en las industrias de tintura, acabados y estampación**

Según la organización Croatian Society for Quality, hoy en día, 18 empresas del país poseen Certificación ISO 14001, y ninguna pertenece al sector textil.

Se hace constar que las empresas de este sector realizan, sobre todo, trabajos subcontratados, por lo que no disponen de recursos para la mejora de sus equipos o para nuevas tecnologías.

### **Existencia de legislación ambiental**

Croacia posee la correspondiente legislación ambiental relativa al vertido de aguas residuales, a la eliminación y gestión de residuos, al control de las emisiones atmosféricas y acerca de suelos contaminados, según datos del MZOPU.

Las empresas están obligadas por ley a producir de un modo respetuoso con la naturaleza. Las que no cumplen este requisito pueden ser sancionadas e, incluso, clausuradas.

### **3.1.5. Egipto**

La información contenida en este documento ha sido proporcionada por el Ministry of State for Environment Affairs, con la colaboración del Dr. Ahmed Hamza (Senior Technical Advisor).

Las principales fuentes de datos relacionados con las prácticas ambientales en la industria textil de Egipto son:

- EMTF: Egyptian Manufacturing Textile Federation (Libro año 2000)
- National Statistics Yearbook
- Ministerio de Medio Ambiente
- Ministerio de la Vivienda

#### **3.1.5.1. Datos generales de la industria textil del país**

##### **Principales zonas geográficas con industria textil**

Las zonas geográficas o regiones más relevantes en las cuales se desarrolla actividad textil, de acuerdo con la EMTF, corresponden a:

- Cairo
- Alejandría
- Shoubra (Kaliobia)
- Mehalla (Gharbia)
- Mansoura (Dakhliya)

##### **Principales subsectores textiles presentes en el país**

El sector textil es el segundo sector industrial del país, después del sector de la alimentación, y representa el 25% del producto industrial, excluyendo los productos petrolíferos. Dentro del sector textil, cabe destacar el cultivo, el hilado y el tejido del algodón. Egipto produce el 25-30% del algodón mundial de alta calidad.

Según datos del año 1999 procedentes del EMTF, las industrias textiles correspondientes a los subsectores de tintura y acabados utilizan como materia prima lana, algodón, fibras artificiales, fibras sintéticas y mezclas. Los productos químicos necesarios para la producción de fibras artificiales y sintéticas son, en su mayoría, importados. El subsector de estampado, con exclusión de la lana, utiliza las mismas materias primas citadas.

En cuanto a la producción anual, para el subsector de tintura y acabados que utilizan la lana como materia prima, asciende a un total de 19.000 t/año, para el resto de materias primas la producción corresponde a 659,5 M€/año. De éstos, 426,9 M€/año corresponden a la producción de algodón, 32,8 M€/año corresponden a producción de mezcla de fibras, 110,2 M€/año a fibras artificiales y 79,5 M€/año a fibras sintéticas.

Estos datos corresponden al año 1999 y proceden de National Statistics Yearbook.

Los principales productos fabricados son camisetas, toallas de playa, ropa de deporte y ropa “sport” con destino a los mercados europeo y estadounidense.

No se ha proporcionado información sobre la producción anual del subsector de estampados.

### **Número total de empresas textiles y número de trabajadores en el país**

El “Arab Economic Report” del año 1999 incluye los siguientes datos correspondientes a 1998:

- el número total de empresas del conjunto del sector textil es de 10.444, con un total de 213.103 trabajadores
- el número global de industrias del país es de 25.500, con un total de 25.000.000 de trabajadores.

No se dispone de datos para cada uno de los subsectores en estudio por separado.

El 31% de la industria textil egipcia corresponde a grandes empresas públicas. Éstas constituyen el 100% de la hilatura del país, el 70% de la tejeduría, el 40% de la fabricación de género de punto y un 30% de la industria de acabados. La empresa más grande posee 34.000 trabajadores y realiza alrededor del 25% de la producción textil del país.

La ocupación laboral en Egipto se distribuye de la siguiente forma:

- 40% agricultura
- 38% servicios
- 22% industria

### **Contribución al PIB en %**

El PIB total de Egipto en el año 1999 fue de 81.308 M€, y la contribución del sector textil ascendió a 2.488 M€.

De acuerdo con el “Arab Economic Report” del año 1999, el sector textil contribuyó aproximadamente en un 3% al total del PIB.

### **3.1.5.2. Aspectos ambientales**

#### **Existencia de infraestructuras relacionadas con la gestión ambiental a escala nacional**

La información que se detalla a continuación sobre infraestructuras para la gestión ambiental se refiere a todo el país. En cada caso, se menciona la procedencia de los datos aunque, en la mayoría de ellos, no se facilita información sobre el año al que están referidos.

El país dispone de:

- 185 estaciones depuradoras de aguas residuales municipales. (Fuente: Ministerio de la Vivienda)
- 150 vertederos controlados de residuos sólidos urbanos. (Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)



- 25 plantas de reciclaje de disolventes. (Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)
- Aproximadamente 200 plantas de reciclaje de envases y embalajes. (Fuente: Ministerio de Industria)

No existe ningún vertedero de residuos tóxicos y peligrosos ni ninguna planta para el tratamiento de los mismos, aunque existe el proyecto de construcción de instalaciones para el tratamiento y vertido controlado de los residuos tóxicos y peligrosos en varias localidades del país.

No se ha proporcionado información sobre la existencia de empresas de valorización de restos textiles.

Se señala que, actualmente, hay plantas de tratamiento secundario de aguas residuales en construcción. La previsión para el 2010 es disponer de 500 plantas adicionales a las actuales.

### **Consumo energético anual para los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Todos los datos de este apartado corresponden al año 1999 y proceden del Informe Nacional de Energía publicado el año 2000. No se suministra información sobre el coste unitario de las distintas formas de energía.

El consumo conocido de los diferentes tipos de energía es el siguiente:

- Energía eléctrica: alcanza los 1.100.000 Mw/año
- Gas natural: asciende a 550.000.000 m<sup>3</sup>/año
- Gas-oil: el equivalente a 680.000.000 Mcal/año

Se está implantando un programa para sustituir los combustibles líquidos por gas natural en el año 2010.

### **Consumo anual de agua de los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Según datos estimados del Ministerio de la Vivienda, la mayor parte del agua consumida por las empresas objeto de este estudio procede de la red de abastecimiento público, con un total de 400.000.000 m<sup>3</sup>/año, con un coste de 0,21 €/m<sup>3</sup>. Se estima que el agua procedente de pozos proporciona unos 100.000.000 m<sup>3</sup>/año, con un coste comprendido entre 0,16 y 0,32 €/m<sup>3</sup>.

Se estima que la industria de los subsectores de interés recicla un total de 35.000.000 m<sup>3</sup>/año, según datos procedentes del Ministerio de Medio Ambiente.

No se han proporcionado datos sobre el consumo de aguas superficiales.

Todos los datos proporcionados son estimados puesto que no se dispone de medidas de caudales exactas.

### **Consumo anual de productos químicos de los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Los datos facilitados por el Ministerio de Industria, corresponden al año 2000 y se refieren, únicamente, a productos químicos auxiliares. Se han obtenido a partir de auditorías realizadas a los

treinta establecimientos principales y estimaciones del consumo de las pequeñas y medianas empresas, realizadas por extrapolación.

Los consumos se expresan en t/año:

• NaOH	7.000
• H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1.600
• Agentes humectantes	750
• Silicato sódico	1.400
• H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	300
• Otros	≈ 2.000

### **Generación anual de aguas residuales y destino de las mismas en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Los datos, aunque de dos fuentes distintas, se han obtenido a partir de auditorías realizadas a los principales establecimientos y a partir de estimaciones del caudal de aguas residuales generado por las pequeñas y medianas empresas. No se facilita información sobre el año a que hacen referencia los datos suministrados.

Según el Ministerio de Medio Ambiente:

- Alrededor del 20% de las empresas de los subsectores de interés poseen estación depuradora de aguas residuales, tratando aproximadamente un total de 90.000.000 m<sup>3</sup>/año.
- Aproximadamente el 35% vierte sus aguas residuales sin depurar, alcanzando aproximadamente un valor cifrado en 100.000.000 m<sup>3</sup>/año.

Según el Ministerio de la Vivienda:

- Alrededor de un 45% de las empresas de los subsectores de interés realizan sus vertidos de aguas residuales a estaciones depuradoras municipales, las cuales tratan aproximadamente un total de 2,4 Mm<sup>3</sup>/año.

### **Generación anual de residuos y destino de los mismos en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Según datos (no consta el año al que hacen referencia) procedentes del Ministerio de Medio Ambiente, el destino de los distintos tipos de residuos es el siguiente:

Vertedero controlado:

- Restos de pigmentos sólidos y líquidos
- Productos químicos auxiliares, sólidos
- Fangos de depuradora

Evacuados junto con las aguas residuales:

- Productos químicos auxiliares, líquidos
- Sales inorgánicas

Reciclaje:

- Disolventes halogenados y no halogenados
- Aceites utilizados

Valorización (venta):

- Envases vacíos
- Embalajes
- Restos de tejidos

### **Costes relacionados con la gestión ambiental en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

La procedencia de los datos relacionados con la gestión ambiental proceden de “Industrial Pollution Control Fund of Ministry of Environment” y se trata de estimaciones. El año de referencia de los mismos se especifica en cada caso, siempre que se haya facilitado.

En Egipto no existen tasas ambientales para ninguna de las siguientes actividades:

- Vertido de aguas residuales al alcantarillado. En pocos casos, existen tasas por el vertido de aguas residuales industriales al alcantarillado.
- Eliminación de residuos industriales.
- Generación de emisiones atmosféricas.

Según datos del año 2000, el coste anual estimado para:

- El tratamiento de aguas residuales en estaciones propias de las distintas industrias es variable.
- Gestión externa de residuos industriales: 215 M€
- Tratamiento de las emisiones atmosféricas: 26,8 M€
- Tasas por el consumo de agua: alrededor de 5,4 M€

### **Existencia de ayudas económicas estatales para las empresas del sector textil**

Existen ayudas económicas para la industria en diferentes ámbitos, dentro del marco del Programa para el Control de la Contaminación Industrial del Ministerio de Medio Ambiente.

Para la inversión en tratamiento de aguas residuales, el presupuesto del programa ascendía a 16 M€. El importe concedido ha sido de 5,7 M€, a un total de 30 empresas.

Para la inversión en sistemas de tratamiento de la contaminación a final de línea, el presupuesto del programa era de 5,4 M€. El importe concedido ha sido de 2,25 M€, a un total de 12 empresas.

Para la inversión en equipos de reciclaje en origen de la contaminación, el presupuesto del programa era de 21,5 M€. El importe concedido ha sido de 9,1 M€.

Para la inversión en equipos destinados a reducir la contaminación, el presupuesto del programa era de 10,75 M€. El importe concedido ha sido de 3,76 M€.

Para la implantación de buenas prácticas, el presupuesto del programa era de 2,15 M€. El importe concedido ha sido de 1,6 M€.

El total destinado a formación medioambiental asciende a 0,54 M€, de los que se han concedido 0,28 M€.

No está prevista ayuda alguna en el campo de la investigación y el desarrollo.

### **Prácticas ambientales habituales en las industrias de tintura, acabados y estampación**

Por lo que respecta al grado de implantación de prácticas ambientales orientadas a la prevención de la contaminación, la información recibida procede del Ministerio de Medio Ambiente y se refiere al porcentaje de empresas que las realizan, respecto al total de empresas de los subsectores en estudio.

- Certificación ISO 14001 y/o EMAS: 2%
- Reutilización de aguas residuales en el proceso de producción: 60%
- Reutilización de los baños de acabado: 15%
- Reciclaje en origen de disolventes: 25%
- Cocinas para la preparación automática de colores: 10%
- Dosificación automática de productos auxiliares: 5%
- Optimización del tamaño de los envases en relación al consumo: 3%
- Mantenimiento preventivo de las instalaciones: 25%
- Sistemas de control “on-line” de los procesos: 10%
- Tratamiento en origen de aguas residuales: 20%

No se dispone de información sobre el tipo de empresa predominante que ha aplicado cada una de las prácticas antes mencionadas.

### **Existencia de legislación ambiental**

Egipto posee la correspondiente legislación ambiental relativa al vertido de aguas residuales industriales, a la eliminación y gestión de residuos, al control de las emisiones atmosféricas y acerca de suelos contaminados. Se hace constar que, aunque la legislación existe, debe reforzarse el cumplimiento de la misma.

### **3.1.6. España**

Las principales fuentes de información utilizadas en la elaboración de este documento han sido:

- Instituto Nacional de Estadística (INE)
- Centro de Información Textil y de la Confección (CITYC)
- Consejo Intertextil Español
- Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Cataluña

### **3.1.6.1. Datos generales de la industria textil del país**

#### **Principales zonas geográficas con industria textil**

De acuerdo con datos proporcionados por el INE y por el Consejo Intertextil Español, las zonas geográficas o Comunidades Autónomas en las cuales se concentra la actividad textil en España corresponden a:

- Cataluña, con un 65% del total
- Comunidad Valenciana, con un 25% del total

El 10% restante se reparte entre otras Comunidades Autónomas. El subsector de tintura, acabados y estampación tiene gran relevancia, tanto en Cataluña como en la Comunidad Valenciana.

#### **Principales subsectores textiles presentes en el país**

Según datos del año 1999 procedentes del CITYC, las industrias textiles correspondientes a los subsectores de tintura y acabados utilizan como materia prima tanto la lana como el algodón, las fibras artificiales, las fibras sintéticas o las mezclas, con una producción global que, en el 1999, se cifró en 550.300 t/año.

Según la misma fuente, en el subsector de estampación, se utilizan las mismas materias primas citadas con excepción de la lana, que se puede considerar poco frecuente. La producción global del año 1999 ascendió a 58.500 t/año.

#### **Número total de empresas textiles y número de trabajadores en el país**

La información que se detalla a continuación está referida al año 2000 y procede del INE y del CITYC.

Se estima que el número de empresas de los subsectores de tintura, acabados y estampación son, aproximadamente, 490, con 17.880 trabajadores. La totalidad del sector textil, incluyendo el subsector de la confección, está formado por 7.615 empresas, que emplean a 278.200 trabajadores.

El sector industrial del país consta de 163.265 industrias que proporcionan trabajo a un total de 2.628.008 trabajadores.

#### **Contribución al PIB en %**

Según datos del año 1999 procedentes del INE el conjunto del sector textil contribuyó en un 1,8% al total del PIB del país, mientras que los subsectores de tintura, acabados y estampación contribuyeron en un 0,08%.

### 3.1.6.2. Aspectos ambientales

#### Existencia de infraestructuras relacionadas con la gestión ambiental a escala nacional

No se ha facilitado información sobre este apartado, por no disponer de datos globales en el ámbito nacional. No obstante, se puede afirmar que existen instalaciones de todos los tipos mencionados: estaciones depuradoras de aguas residuales, vertederos de residuos sólidos urbanos, vertederos de residuos industriales, vertederos para residuos peligrosos, plantas para el reciclaje de envases y embalajes, instalaciones que valorizan restos textiles y plantas tratadoras de residuos.

#### Consumo energético anual para los subsectores de tintura, acabados y estampación

Según datos procedentes del Consejo Intertextil Español, en el año 1998 los subsectores estudiados consumieron:

- Energía eléctrica: 1.014.775 Mw / año, con un coste unitario de 66 €/Mw (0,066 €/Kw)
- Energía térmica: 13.270.070.000 MJ/año

Los datos relativos al consumo de gas natural, gas-oil y fuel-oil se han estimado a partir del consumo declarado en el año 2000 por las empresas de los subsectores en estudio en Cataluña, teniendo en cuenta que el 65% del textil español se concentra en esta Comunidad. De acuerdo con esta estimación, se tiene:

- Gas natural: 7.872.000 m<sup>3</sup>/año, con un coste unitario de 0,45 €/m<sup>3</sup>
- Gas-oil: 2.300 t/año
- Fuel-oil: 9.400 t/año

No se facilita información sobre el precio unitario para el gas-oil, el fuel-oil o la energía térmica.

#### Consumo anual de agua de los subsectores de tintura, acabados y estampación

Según datos del Consejo Intertextil Español, el consumo total de agua, para los subsectores estudiados, fue de 55.397.340 m<sup>3</sup> para el año 1998.

Aunque no se dispone de datos sobre el origen del agua consumida en el ámbito de toda España, sí que se dispone de datos referentes a Cataluña, correspondientes al año 2001. Dichos datos, procedentes de la Agencia Catalana del Agua, han sido extraídos de las Declaraciones de Uso y Consumo del Agua que deben presentar las empresas, anualmente, con fines tributarios. De acuerdo con estos datos, en Cataluña, un 71% del agua consumida por los subsectores estudiados procede de fuentes propias, como pozos y captaciones superficiales, mientras que el 29% restante procede de compañía suministradora. El consumo de agua en Cataluña, para los subsectores en estudio fue, aproximadamente, de 25.475.768 m<sup>3</sup>.

Se explicita que el precio del agua es muy variable en las distintas Comunidades Autónomas.

### **Consumo anual de productos químicos de los subsectores de tintura, acabados y estampación**

No se dispone de datos globales en el ámbito de toda España por lo que se han estimado los distintos consumos a partir de los datos declarados por las empresas de los subsectores en estudio en la Declaración de Residuos del año 2000 en Cataluña, teniendo en cuenta que en Cataluña se encuentra el 65% del textil español.

La cantidad utilizada de los distintos productos químicos se distribuye de la siguiente forma:

- Colorantes y pigmentos: 9.850 t/año
- Productos químicos auxiliares: 13.900 t/año (se han considerado jabones, tensioactivos, detergentes, ceras, colas, gelatinas, adhesivos, aprestos, aceleradores de tintura, fijadores de colorantes, preparados ignífugos, preparados hidrófugos, etc.)
- Sales inorgánicas (sal común): 23.100 t/año (se ha incluido sólo los datos de consumo de sal común. El resto de sales consumidas se incluyen en el apartado de productos químicos)
- Disolventes halogenados: 27 t/año
- Disolventes no halogenados: 276 t/año
- Otros productos químicos: 63.000 t/año (se han considerado tanto los orgánicos como los inorgánicos (óxidos, hidróxidos, peróxidos, ácidos orgánicos e inorgánicos, enzimas, urea, siliconas, etc.)

### **Generación anual de aguas residuales y destino de las mismas en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

No se dispone de datos globales de España. No obstante, sí que se dispone de datos referentes a Cataluña, correspondientes al año 2001. Dichos datos, suministrados por la Agencia Catalana del Agua, han sido extraídos de las Declaraciones de Uso y Consumo del Agua que deben presentar las empresas, anualmente, con fines tributarios. De acuerdo con estos datos, aproximadamente el 30% de las empresas textiles de los sectores en estudio, que vierten el 60% de las aguas residuales generadas por dichos subsectores, disponen de algún tipo de tratamiento propio. El 70% restante, que genera el 36% de las aguas residuales, no dispone de ningún sistema de tratamiento. No obstante, de las empresas que no disponen de tratamiento, la gran mayoría (60% del total) vierten a un sistema de saneamiento y son tratadas por una depuradora municipal. Por lo tanto, tan sólo un 10% de las empresas vierten a cauce público, de forma directa o indirecta, sin ningún tipo de tratamiento de sus aguas. El vertido de este 10% de empresas corresponde al 18% de las aguas residuales generadas por los subsectores en estudio.

El caudal de aguas residuales vertido por las empresas de los subsectores en estudio, en Cataluña, en el año 2001, es, de acuerdo con la misma fuente, de 16.998.227 m<sup>3</sup>, es decir, un 67% del caudal consumido.

El tratamiento que realizan las propias empresas de sus aguas residuales es más o menos complejo en función de si se vierte a cauce público o a un sistema de alcantarillado. En el primer caso, el tratamiento más habitual es físico-químico seguido de un biológico. En el segundo caso, un tratamiento primario de balsa de homogeneización con sistemas de aireación, neutralización, filtración, etc.

### **Generación anual de residuos y destino de los mismos en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

No se dispone de datos globales al nivel de toda España por lo que se han estimado los distintos consumos a partir de los datos declarados en la Declaración de Residuos del año 2000 de las empresas de los subsectores en estudio en Cataluña, teniendo en cuenta que un 65% de la industria textil se encuentra en dicha Comunidad.

Según esta estimación, la cantidad y el destino de los distintos tipos de residuos generados anualmente sería la siguiente:

- 1,6 toneladas de residuos de colorantes y pigmentos sólidos. El 96,6% tienen como destino inicial un centro de recogida y transferencia aunque se puede considerar que, mayoritariamente, su destino final son los vertederos controlados. El 3,4% restante es depositado directamente en vertederos controlados.
- 31 toneladas de residuos de colorantes y pigmentos líquidos. El 97,9% son tratados en plantas de tratamiento específicas, mientras que el 2,10% restante tiene como destino inicial un centro de recogida y transferencia.
- 1,7 toneladas de disolventes halogenados, 98 toneladas de disolventes no halogenados y 107 toneladas de aceites usados. El 100% de todos estos residuos tiene como destino final la valorización y/o el reciclaje.
- 619 toneladas de envases de productos químicos vacíos. El 83,20% son valorizados y/o reciclados, 12% tiene como destino la deposición en vertederos controlados y el 4,8% restante tiene como destino inicial un centro de recogida y transferencia.
- 95 toneladas de restos de material de embalaje. El 83,30% de ellas se deposita en vertederos controlados y el 16,6% restante se valorizan y/o reciclan.
- 6.047 toneladas de restos textiles. El 74,6% es depositado en vertederos controlados, el 22,40% se valoriza y/o recicla y el 3% restante tienen como destino inicial un centro de recogida y transferencia.
- 31.760 toneladas de fangos de depuradora. El 59,90% se valorizan y/o se reciclan, el 39,8% se deposita en vertederos controlados y el 0,10% es tratado en una planta de tratamiento.
- 17.466 toneladas de otros residuos. El 62,50% es depositado en vertederos controlados, el 27,80% tiene como destino inicial un centro de recogida y transferencia, el 8,30% se valoriza y/o recicla y el 1,40% se tratan en una planta de tratamiento.

No se ha facilitado información sobre los residuos de productos químicos auxiliares, sólidos y líquidos.

### **Costes relacionados con la gestión ambiental en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

No se dispone de datos globales en el ámbito de toda España por lo que se han estimado los costes a partir de los datos disponibles en Cataluña para el año 2000. Debe tenerse en cuenta que los



cánones sobre consumo y vertido de aguas varían considerablemente según las distintas Comunidades Autónomas.

Según esta estimación, el coste anual de la gestión ambiental de las empresas de los subsectores de tintura, acabados y estampación ascendería a:

- Gestión externa de residuos: 2,5 M€/año.
- Tasas ambientales en concepto de vertidos de aguas residuales: 7,9 M€/año (para la estimación de este coste se ha tomado el dato de caudal de agua de 1998).
- Tasas ambientales en concepto del consumo de agua: 3,0 M€/año (para la estimación de este coste se ha tomado el dato de caudal de agua de 1998).

No se dispone de información sobre el coste del tratamiento de aguas residuales en depuradoras propias.

En España no se aplican tasas sobre la generación de residuos ni sobre la generación de emisiones a la atmósfera.

### **Existencia de ayudas económicas estatales para las empresas del sector textil**

Las ayudas económicas, que se detallan a continuación, corresponden a convocatorias de ayudas abiertas actualmente para el sector industrial en general. Dichas ayudas pueden ser de carácter estatal, que abarcan a todo el país, o bien de carácter regional, que alcanzan únicamente a las industrias de las Comunidades Autónomas que las convocan. La información se ha obtenido de las distintas Comunidades Autónomas.

Las convocatorias de ayudas actualmente abiertas consideran las siguientes actuaciones:

- Inversiones para tratamientos de aguas residuales: están vigentes, para el período comprendido entre 1999 y 2001, en las comunidades de Cataluña y Castilla-León. En Cataluña, el total asignado para 1999 fue de 2.386.018,05 €. El total asignado en Castilla-León se menciona en el apartado dedicado a subvenciones para la implantación de sistemas de gestión ambiental certificados.
- Inversiones para otros sistemas de tratamiento de la contaminación a final de línea: están vigentes en las comunidades de Navarra y Castilla-León para el año 2001. En Navarra, el total asignado para 2001, que incluye también actuaciones de prevención de la contaminación, es de 601.012 €. El total asignado en Castilla León se menciona en el apartado dedicado a subvenciones para la implantación de sistemas de gestión ambiental certificados.
- Investigación y desarrollo (I+D): existe un programa al nivel de todo el estado para el período 2000-2003 dentro del programa de fomento de la investigación técnica (PROFIT). No se dispone de información sobre el presupuesto del cual dispone el programa.
- Inversiones en equipos destinados al reciclaje "in situ" de la contaminación: está vigente en la Comunidad Valenciana para el año 2001, con un total asignado de 1.803.036 €. Incluye también actuaciones de minimización de residuos.
- Inversiones en equipos destinados a la reducción en origen de la contaminación: están vigentes en Cataluña, Navarra, País Vasco y Comunidad Valenciana para el año 2001. En Cataluña, el

total asignado es de 721.214 €. En Navarra, el total asignado se ha mencionado al hacer referencia a las subvenciones para las inversiones en sistemas de tratamiento de la contaminación a final de línea. En el País Vasco, el total asignado es de 3.066.359 €. En la Comunidad Valenciana, el total asignado ha sido mencionado al hacer referencia a las subvenciones para inversiones en equipos destinados al reciclaje “in situ” de la contaminación.

- Inversiones destinadas a la implantación de sistemas de gestión ambiental certificados: están vigentes en Cataluña y Castilla-León, para el año 2001. En Cataluña, el total asignado es de 743.451 €. En Castilla-León, el total asignado es 1.111.872 €, incluyéndose también otras actuaciones como inversiones en medidas correctoras o preventivas de la contaminación o en instrumentos de medición o control de la contaminación, o realización de auditorías y estudios.
- Obtención de la etiqueta ecológica de la Unión Europea: vigente en Cataluña para el año 2001, con un total asignado de 48.081 €.

No se dispone de información sobre convocatorias anteriores ya cerradas.

No se dispone de información sobre ayudas destinadas a la formación medioambiental de forma exclusiva, aunque dicho concepto puede estar incluido en algunas de las convocatorias antes mencionadas.

Adicionalmente a las subvenciones ya mencionadas, las empresas que acrediten ante la Administración la inversión en instalaciones medioambientales pueden deducir un 10% de dichas inversiones de la cuota líquida de su impuesto de sociedades.

### **Prácticas ambientales habituales en las industrias de tintura, acabados y estampación**

Por lo que respecta al grado de implantación de prácticas ambientales orientadas a la prevención de la contaminación, se ha realizado una estimación que se ha contrastado, posteriormente, con el Consejo Intertextil Español.

Los datos se refieren al porcentaje de empresas que se considera que realiza una determinada práctica, sobre el total de empresas de los sectores en estudio.

- Certificación ISO14001 y/o EMAS: 2% (preferentemente grandes empresas y multinacionales)
- Reutilización de aguas residuales en el proceso de producción: 50% (se considera que la reutilización de agua la realiza todo tipo de empresas, independientemente de su tamaño o de si se trata de empresas nacionales o multinacionales)
- Reutilización de los baños de acabado: 50%
- Reciclaje de disolventes en origen: 10%
- Sistemas para prevenir la generación de productos caducados: 70%
- Cocinas para la preparación automática de colores: 70%
- Dosificación automática de productos auxiliares: 50%
- Reutilización de restos de pastas de estampación: 30%
- Optimización del tamaño de los envases en relación con el consumo: 70% (se considera que la realiza todo tipo de empresas, independientemente de su tamaño o de si se trata de empresas nacionales o multinacionales)
- Mantenimiento preventivo de las instalaciones: 75%

- Sistemas de control “on-line” de los procesos: 70%
- Tratamiento en origen de aguas residuales: 30% (se considera que lo realiza todo tipo de empresas, independientemente de su tamaño o de si se trata de empresas nacionales o multinacionales).

### **Existencia de legislación ambiental**

España posee legislación ambiental en el ámbito estatal, autonómico y local, relativa al vertido de aguas residuales, a la eliminación y gestión de residuos, al control de las emisiones atmosféricas y concerniente a suelos contaminados.

### **3.1.7. Francia**

La información de este documento ha sido proporcionada por la Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (délégation régionale - Midi-Pyrénées et Direction de l'Industrie).

Las principales fuentes de datos relacionados con las prácticas ambientales en la industria textil de Francia proceden de:

- ADEME: Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
- IUT: Institut Universitaire de Technologie
- UIT: Union des Industries Textiles
- FET: Fédération de l'Ennoblement Textile
- ITFH: Institut Textile Français de l'Habillement
- Service des Statistiques du Ministère de l'Industrie

#### **3.1.7.1. Datos generales de la industria textil del país**

##### **Principales zonas geográficas con industria textil**

Las principales zonas con industria textil en Francia, según datos de IUT, ADEME y el Ministerio de Industria corresponden a:

- Nord-Pas de Calais
- Rhône-Alpes
- Champagne Ardennes Picardie
- Alsace-Lorraine
- Midi-Pyrénées

##### **Principales subsectores textiles presentes en el país**

Según datos procedentes de ADEME, las industrias textiles francesas para los subsectores de tinte, acabados y estampación utilizan como materia prima lana, algodón, fibras artificiales, fibras sintéticas y mezclas.

La producción global correspondiente a los subsectores de tintura y acabados asciende a 300.000 t/año y la correspondiente al sector de estampación, alcanza los 370.000 millones m<sup>2</sup>/año. Estos datos proceden de UIT y FET y se refieren al año 2000.

### **Número total de empresas textiles y trabajadores en el país**

En la información facilitada, procedente de UIT y FET y referida al año 2000, se cifran en:

- 240 el número total de empresas correspondientes a los subsectores de tintura, acabados y estampación, con un total de 14.000 trabajadores. No se contempla por separado el subsector de estampación del de tintura y acabados.
- 1.300 el número total de empresas del conjunto del sector textil, con un total de 122.000 trabajadores.

#### **3.1.7.2. Aspectos ambientales**

##### **Existencia de infraestructuras relacionadas con la gestión ambiental a escala nacional**

Únicamente se ha facilitado información sobre la valorización de restos textiles. Dichos datos se refieren al año 2000 y proceden de ADEME. Existen 15 empresas (deshilachado y empresas encargadas de la recogida de restos textiles).

##### **Consumo energético anual para los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Todos los datos de este apartado corresponden al año 1998 y proceden del Service des Statistiques du Ministère de l'Industrie.

El consumo anual de energía eléctrica alcanza 495,5 GWh, el de gas natural, 959,5 GWh y el del conjunto de los productos petrolíferos 252,2 GWh.

El consumo de vapor se cifra en 13,5 GWh.

##### **Consumo anual de agua de los subsectores de tintura, acabados y estampación**

ADEME, basándose en la encuesta y estudio "TRIVALOR" realizado el año 2000, estima en 31 millones de m<sup>3</sup>/año el consumo total de agua por los subsectores objeto de este estudio, no especificándose si el agua procede de la red de abastecimiento público, de pozos o de captaciones superficiales.

##### **Generación anual de aguas residuales y destino de las mismas de los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Según datos estimados por ADEME, en base a la encuesta y al estudio "TRIVALOR" de 2000, el 12% de empresas poseen su propia estación depuradora de aguas residuales, el 53% vierten sus aguas a otros tipos de estaciones depuradoras y un 35% no realizan depuración.

### **Generación anual de residuos y destino de los mismos en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Según datos procedentes de ADEME e ITFH, los subsectores objeto de estudio producen al año un total de 9 t de residuos correspondientes a restos de colorantes y pigmentos sólidos y líquidos, restos de productos químicos auxiliares, sales inorgánicas, restos de disolventes halogenados y no halogenados, aceites usados y envases vacíos. No obstante, se considera que la cifra podría ser errónea pues es muy baja.

Así mismo, se hace constar que se producen 7.650 t/año de restos de embalaje, 8.500 t/año de restos textiles y entre 7.000 y 9.000 t/año de fangos de depuradora (materia seca). De dichos fangos, el 75% se utiliza para producir compost y para aplicación en terreno agrícola, el 25% es llevado a vertederos controlados y el 5% son incinerados.

También se producen 765 t/año de otros residuos distintos de los citados.

### **Costes relacionados con la gestión ambiental en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

El único dato proporcionado procede de ADEME e ITFH, corresponde al coste de la eliminación de residuos industriales a través de gestores especializados que, en el año 1992, era de 54 a 93 €/t.

### **Prácticas ambientales habituales en las industrias de tintura, acabados y estampación**

Por lo que respecta al grado de implantación de prácticas ambientales orientadas a la prevención de la contaminación, la única información facilitada es:

- Cocinas para la preparación automática de colores: más del 50% de las empresas disponen de ellas. No se especifica el tipo de empresa.
- Dosificación automática de productos auxiliares: más del 50% de las empresas disponen de ellas. No se especifica el tipo de empresa.

No consta ni el año ni la procedencia de los datos.

### **Existencia de legislación ambiental**

Francia posee la correspondiente legislación ambiental relativa al vertido de aguas residuales, a la eliminación y gestión de residuos, al control de las emisiones atmosféricas y a suelos contaminados.

#### **3.1.8. Israel**

La información de este documento ha sido proporcionada por Industry and Business Licensing Division del Ministry of the Environment con la colaboración del Dr. Mordechai Sela.

Las principales fuentes de datos relacionados con las prácticas ambientales en la industria textil de Israel proceden de:

- MAI: Manufacturer's Association of Israel
- CBSI: Central Bureau Statistics-Israel

### **3.1.8.1. Datos generales de la industria textil del país**

#### **Principales zonas geográficas con industria textil**

La industria textil en Israel se encuentra distribuida por todo el país.

#### **Principales subsectores textiles presentes en el país**

Según fuentes del MAI, en Israel, las industrias textiles para los sectores de tintura, acabados y estampación utilizan como materia prima algodón, fibras artificiales, fibras sintéticas y mezclas. Cabe destacar que, para dichos subsectores, no hay industrias que utilicen la lana como materia prima. No se facilita información sobre el año de referencia de los datos.

Se hace constar, explícitamente, que la información concerniente a la producción anual no está disponible.

#### **Número total de empresas textiles y de trabajadores en el país**

En la información proporcionada, según datos del año 2000 procedentes del MAI y/o del CBSI, se cifran en:

- 22 el número total de empresas correspondientes a los sectores de tintura, acabados y estampación, con un total de 1.300 trabajadores. No se contempla por separado el subsector de estampación del de tintura y acabados.
- 300 el número total de empresas del conjunto del sector textil, con un total de 36.000 trabajadores.
- 18.000 el número global de industrias del país, con un total de 360.000 trabajadores.

#### **Contribución al PIB en %**

El conjunto de todas las actividades correspondientes al sector textil contribuyen en un 0,9% al total del PIB del país, mientras que los subsectores de tintura, acabados y estampación contribuyen en un 0,5%, y el total de la industria contribuye en un 19%.

Estos datos están referidos al año 2000 y proceden del MAI.

### **3.1.8.2. Aspectos ambientales**

#### **Existencia de infraestructuras relacionadas con la gestión ambiental a escala nacional**

Se explicita que la información proporcionada y que se detalla a continuación, se refiere a todo el país.

Según datos del año 2000 procedentes del MAI, existen un total de:

- 50 estaciones depuradoras de aguas residuales
- 8 importantes vertederos de residuos sólidos urbanos
- 1 vertedero controlado de residuos peligrosos
- 4 plantas de reciclaje de disolventes
- 3 plantas de reciclaje de envases y embalajes
- 1 planta de tratamiento de residuos peligrosos

### **Consumo energético anual para los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Todos los datos de este apartado corresponden al año 2000 y proceden del MAI, excepto para lo referente a la energía eléctrica cuyos datos han sido proporcionados por el CBSI.

El consumo anual de energía eléctrica alcanza los 458.300 Mw/año, con un coste unitario de 0,075 €/Kw.

Respecto al consumo anual de gas-oil o fuel-oil los datos no están disponibles, aunque sí lo están los correspondientes al coste unitario, que son de 0,21 €/kg y 0,15 €/kg respectivamente.

Se hace constar que Israel todavía no dispone de gas natural.

### **Consumo anual de agua de los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Según datos del MAI, la mayor cantidad de agua para el consumo de las empresas objeto de este estudio, lo proporciona la red de abastecimiento público, con un total de 7.000.000 m<sup>3</sup>/año y un coste entre 0,54-1,07 €/m<sup>3</sup>. No se han proporcionado datos ni información sobre el caudal de agua consumido de otra procedencia.

### **Consumo anual de productos químicos de los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Se hace constar que dicha información no se halla disponible.

### **Generación anual de aguas residuales y destino de las mismas en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Según datos del MAI el 100% de las industrias correspondientes a los subsectores textiles de tintura, acabado y estampación, poseen estación depuradora de aguas residuales, tratando un total de 5.500.000 m<sup>3</sup>/año.

### **Generación anual de residuos y destino de los mismos en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Israel produce al año un total de 130.000 t de residuos correspondientes a sales minerales, de las cuales 3.202 experimentan algún tipo de tratamiento, mientras que las 126.798 t restantes tienen otro destino no especificado (datos procedentes del MAI). Las sales y las salmueras constituyen

el mayor contaminante del país y su vertido al alcantarillado público está prohibido, por lo que se realiza su separación y transporte hasta puntos de descarga autorizados.

Asimismo, se hace constar que la información no se halla disponible para el resto de residuos (productos químicos, disolventes, aceites, recipientes, embalajes, fangos de depuradora,...) que hayan podido generar los subsectores textiles objeto de este estudio.

Se explicita que se reciclan parcialmente envases y restos de embalajes.

### **Costes relacionados con la gestión ambiental en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Según los datos de 2000, procedentes del MAI, el coste anual del tratamiento de aguas residuales, en depuradoras propias de las industrias, ascendió a un total de 10,5 a 17,1 M€/año, mientras que las tasas ambientales aplicadas sobre los vertidos de aguas residuales ascendieron a 4,3 M€/año.

Según la misma fuente, y para el mismo período, la gestión de residuos industriales por gestores especializados ascendió a 9,8 M€/año.

### **Existencia de ayudas económicas estatales para el sector textil**

Los proyectos ambientales no cuentan con ningún tipo de ayuda estatal.

### **Prácticas ambientales habituales en las industrias de tintura, acabados y estampación**

Por lo que respecta al grado de implantación de prácticas ambientales orientadas a la prevención de la contaminación la información recibida procede del MAI y se refiere al porcentaje de empresas que las realizan, sobre el total de empresas de los subsectores en estudio.

- Reutilización de aguas residuales en el proceso de producción: 30% (se trata de grandes empresas nacionales).
- Reutilización de los baños de acabado: 20% (se trata de grandes empresas nacionales).
- Cocinas de colores automáticas: 100% (empresas nacionales grandes y medianas).
- Dosificación automática de productos auxiliares: 100% (empresas nacionales grandes y medianas).
- Recuperación de pastas de estampación: 100% (empresas nacionales grandes y medianas).
- Optimización del tamaño de los envases con relación al consumo: 100% (empresas nacionales grandes y medianas).
- Mantenimiento preventivo de las instalaciones: 50% (empresas nacionales grandes y medianas).
- Sistemas de control "on line" de los procesos: 100% (empresas nacionales grandes, medianas y pequeñas).



- Tratamiento en origen de aguas residuales: 100% (empresas nacionales grandes, medianas y pequeñas).
- Actualmente no existe ninguna empresa del sector objeto de estudio que posea la Certificación ISO 14001 y/o EMAS: ni que realice el reciclaje de disolventes en origen, ni que posea sistemas de prevención de generación de productos caducados.

### **Existencia de legislación ambiental**

Israel posee la correspondiente legislación ambiental relativa al vertido de aguas residuales, a la eliminación y gestión de residuos, y al control de las emisiones atmosféricas. Por el contrario, no posee legislación concerniente a suelos contaminados.

Las principales industrias han firmado el Convenio de Reducción de Emisiones Atmosféricas.

### **3.1.9. Italia**

Los datos proporcionados en respuesta al cuestionario enviado corresponden únicamente a la provincia italiana del Prato. No se han facilitado datos a nivel nacional. No obstante, el Prato constituye una zona industrial muy importante de Italia, en la que se concentra la industria textil más moderna y tecnológicamente avanzada del país.

La información de este documento ha sido proporcionada por Italian National Environmental Agency (ANPA) con la colaboración de:

Dra. Maria Dalla Costa  
Dr. Luca Manuta  
Dra. Paola Lucchesi (Studio Biosfera)

Las principales fuentes de datos, relacionados con las prácticas ambientales en la industria textil de la provincia de Prato, proceden de:

- CCIAA: Camera di Commercio di Prato
- UIP: Unione Industriale Pratese
- IRPET: Istituto Regionale per la Programmazione Economica Toscana
- ARPAT: Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale Toscana

#### **3.1.9.1. Datos generales de la industria textil (Provincia di Prato)**

##### **Principales zonas geográficas con industria textil (Provincia di Prato)**

Area industrial de Prato:

- Provincia de Prato
  1. Prato
  2. Montemurlo
  3. Vaiano

4. Cantagallo
  5. Vernio
  6. Poggio a Caiano
  7. Carmignano
- Agliana (PT)
  - Montale (PT)
  - Quarrata (PT)
  - Calenzano (FI)
  - Campi Bisenzio (FI)

Estos datos proceden de CCIAA, 2000.

### **Número total de empresas textiles y trabajadores en el país (Provincia di Prato)**

Según datos del año 2000 procedentes de CCIAA, el número de trabajadores en el área textil del Distrito di Prato, en la industria manufacturera es de 58.648, de los cuales 37.169 corresponden al sector textil y 5.512 al subsector de acabados.

### **Contribución al PIB en % (Provincia di Prato)**

No se disponen de datos a nivel nacional. En el año 2000, el sector industrial contribuyó en un 37,4% al valor añadido generado en la provincia del Prato, que para dicho año se estimó en 4.990.000 €. El dato más específico relativo a los subsectores de tintura, acabados y estampación indica que el valor añadido de las ventas es un 46%.

#### **3.1.9.2. Aspectos ambientales (Provincia di Prato)**

##### **Existencia de infraestructuras relacionadas con la gestión ambiental (Provincia di Prato)**

A nivel de la comuna del Prato existen 2 plantas de tratamiento de aguas residuales, y 5 a nivel de la provincia. A este nivel se prevé la apertura de una nueva planta.

También a nivel de la provincia, existe un vertedero de RSU.

No hay datos sobre otros tipos de infraestructuras medioambientales.

La anterior información procede de ARPAT y se refiere al año 2001.

##### **Consumo energético anual para los subsectores de tintura, acabados y estampación (Provincia di Prato)**

Según datos de IRPET, en 1999, la industria textil de la provincia del Prato, tuvo un consumo eléctrico de 822.000 Kwh. Por otra parte, se menciona que el consumo de energía eléctrica en la zona del 1er. Macrolotto (zona industrial situada en la zona sur de la Comuna del Prato) fue aproximadamente de 82.000 Kwh, cifra que, dada la poca presencia de otros tipos de industria en este área, puede considerarse equivalente al consumo por parte del sector textil.

Por lo que respecta al consumo de gas natural, sólo se dispone del dato correspondiente a la industria de la zona del 1er. Macrolotto, que asciende a 30.000 Nm<sup>3</sup>/año (datos de Policarbo SpA Milano). No se han indicado consumos de otras fuentes energéticas.

### **Consumo anual de agua de los subsectores de tintura, acabados y estampación (Provincia di Prato)**

Según datos de CONSER, del año 1999, la mayor cantidad de agua para el consumo de las empresas objeto de este estudio la proporcionó la red de abastecimiento público (acueducto industrial urbano de la ciudad de Prato), con un total de 3.060.060 m<sup>3</sup>/año. Este consumo se refiere al agua distribuida, entre otras, a las 32 industrias situadas en el 1er. Macrolotto y al escaso número de industrias situadas en el área urbana que están conectadas al mismo acueducto. El agua procedente de pozos suministró un total de 998.467 m<sup>3</sup>/año, a las 32 empresas anteriormente citadas. No se dispone de información sobre el coste asociado al consumo de agua.

### **Consumo anual de productos químicos de los subsectores de tintura, acabados y estampación (Provincia di Prato)**

Únicamente se poseen datos sobre el consumo de los distintos productos químicos en el área industrial del Prato y corresponden a las siguientes cantidades expresadas en t/año:

Tensioactivos: 850

Aceites: 1.175

Ácidos: 9.266

Productos alcalinos: 5.773

Sales: 23.592,6

### **Generación anual de aguas residuales y destino de las mismas de los subsectores de tintura, acabados y estampación (Provincia di Prato)**

Al no disponer las empresas de contador de agua de salida no es posible cuantificar de modo puntual la descarga hídrica, no obstante realizando una estimación basada en la fase de análisis ambiental inicial, se puede estimar una reducción, aproximadamente del 5%, de la cantidad de agua de entrada.

### **Costes relacionados con la gestión ambiental en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Para las industrias objeto de estudio, las tarifas son diferentes según la actividad.

### **Prácticas ambientales habituales en las industrias de tintura, acabados y estampación (Provincia di Prato)**

Según datos de UIP, para los subsectores de tintura y acabados, se indica que, a nivel de la comuna del Prato, existen 4 empresas que poseen la certificación ISO 14001 y/o certificación EMAS.

La misma fuente de datos indica que, a nivel de la provincia, son 5 las empresas de dicho subsector que poseen alguno de estos dos tipos de certificación. Existe una empresa dedicada a la hilatura que dispone de eco etiqueta.

### **Existencia de legislación ambiental**

Italia posee la correspondiente legislación ambiental relativa al vertido de aguas residuales, a la eliminación y gestión de residuos, al control de las emisiones atmosféricas y a suelos contaminados.

### **3.1.10. Libia**

La información de este documento ha sido proporcionada por Environment General Authority (EGA) con la colaboración del Sr. Jalal Ibrahim Eltreki.

Las principales fuentes de datos relacionados con las prácticas ambientales en la industria textil de Libia proceden de:

- The General National Company for Spinning & Weaving (GNC S&W)
- Regional study for textile industry in Libya

#### **3.1.10.1. Datos generales de la industria textil del país**

##### **Principales zonas geográficas con industria textil**

Según datos procedentes de GNC S&W, la industria textil en Libia se encuentra, principalmente, en las siguientes áreas:

- Trípoli (industria de tejido, tintura y acabados de algodón)
- Benghazi (industria de tejido, tintura y acabados de algodón)
- Musratta (industria de tejido, tintura y acabados de algodón)
- Bani-Walid (hilado, acabados y tejido de lana)
- El-Marg (hilado, acabados y tejido de lana)
- Además, hay 3.681 pequeñas fábricas de ropa y otros productos relacionados con el textil repartidas por todo el territorio.

##### **Principales subsectores textiles presentes en el país**

A partir de la información suministrada, parece que los subsectores en que se divide la industria textil en Libia son el sector textil moderno y el sector textil tradicional, además de los subsectores de la lana, que produce alfombras y mantas, y el del algodón y sus mezclas, que produce tejidos y prendas de confección.

Se indica que los subsectores de tintura, acabados y estampación no se consideran subsectores específicos de la industria textil en Libia, pero que se han incluido como secciones dentro del complejo de la industria de la lana y del algodón.

Según fuentes del Regional study for textile industry y de GNC S&W del año 2000, los subsectores de tintura y acabados utilizan diferentes materias primas con una producción anual tal y como sigue: lana (900 t/año, que corresponden a 13.367.414 m), algodón (14.829.750 kg/año) y mezclas (en cantidad desconocida). Por otra parte, para el subsector de estampación los correspondientes datos son: lana (884 t/año), algodón (en cantidad desconocida) y mezclas (se desconoce la producción anual).

Las fibras sintéticas y artificiales usadas son de importación, como las hilaturas. No existe otro origen para los subsectores objeto de este estudio.

### **Número total de empresas textiles y de trabajadores en el país**

Según la información proporcionada por el Regional study for textile industry del año 2001, hay 8.035 trabajadores empleados en la industria textil Libia.

Hay en el sector textil tres grandes compañías, las cuales forman parte del sector público, y dan empleo a 5.014 trabajadores:

- The General National Company for Spinning & Weaving (3.194 trabajadores)
- The Garments National Company, en Trípoli (1.120 trabajadores)
- The General Garments Company en Benghazi (700 trabajadores)

Además, hay 672 pequeñas empresas operando en el sector privado, las cuales emplean a 3.021 trabajadores.

### **Contribución al PIB en %**

El conjunto de todas las actividades correspondientes al sector textil (tanto producción como comercio) contribuyen en un 10% al total del PIB del país, aunque se indica que esta información es aproximada porque el comercio depende de las pérdidas y ganancias.

Estos datos están referidos al año 2000 y proceden del Regional study for textile industry in Libya.

### **3.1.10.2. Aspectos ambientales**

#### **Existencia de infraestructuras relacionadas con la gestión ambiental a escala nacional**

Según la GNC S&W, Libia posee 3 plantas de tratamiento de aguas residuales, 1 vertedero de RSU, 1 planta de reciclaje de disolventes y 1 planta de reciclaje de contenedores y envases. En los comentarios se indica que las tres plantas de tratamiento de aguas residuales pertenecen a la GNC S&W, y están situadas en Janzur, Bani-Walid y El-Marg.

Esta información corresponde al año 2000.

#### **Consumo energético anual para los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Todos los datos de este apartado corresponden al año 2000 y proceden de la GNC S&W.

El consumo anual de energía eléctrica alcanza los 18,5 Mw/año, con un coste unitario de 0,27 €/Mw.

El consumo anual de fuel-oil es de 1.180 t/año, con un coste unitario de 0,13 €/t.

También se consumen anualmente 361,8 t/año de queroseno, con un coste de 0,09 €/Tm.

Se hace constar que el consumo de gas natural y de gas-oil fue nulo.

El consumo en los tres grandes complejos de la industria textil existentes en Libia fue:

- Complejo de Janzur: 1.700.000 kw de electricidad y 580 m<sup>3</sup> de fuel-oil
- Complejo de Bani-Walid: 15.850.000 kw de electricidad y 560 m<sup>3</sup> de fuel-oil
- Complejo de El-Marg: 600.000 kw de electricidad y 40 m<sup>3</sup> de fuel-oil

### **Consumo anual de agua de los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Según datos de la GNC S&W correspondientes al año 2000, el agua consumida por las empresas objeto de este estudio procede tanto de pozo, con un consumo anual de 344.850 m<sup>3</sup>, como de la red de abastecimiento público, con un total de 180.000 m<sup>3</sup>/año y un coste de 0,17 €/m<sup>3</sup>.

Para los distintos complejos de la industria textil, el consumo de agua es:

- Janzur: 180.000 m<sup>3</sup> procedentes de la planta de tratamiento de Trípoli oeste
- Bani-Walid: 182.425 m<sup>3</sup> de agua de pozos
- El-Marg: 162.425 m<sup>3</sup> de agua proveniente de pozos

### **Consumo anual de productos químicos de los subsectores de tintura, acabados y estampación**

La información relativa a este apartado es desconocida.

### **Generación anual de aguas residuales y destino de las mismas en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

De acuerdo con los datos suministrados, el caudal de aguas residuales generado por el sector es de 524.850 m<sup>3</sup>/año, cifra que coincide con el agua consumida.

No obstante, esta información no coincide con los datos de generación de aguas residuales proporcionados para los tres complejos industriales principales:

- Janzur: 45.000 m<sup>3</sup>/año
- Bani-Walid: 45.606 m<sup>3</sup>/año
- El-Marg: 40.606 m<sup>3</sup>/año

Adicionalmente, según datos del complejo El-Marg, la tercera parte (una de tres empresas) posee estación depuradora de aguas residuales.

### **Generación anual de residuos y destino de los mismos en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

No se tiene información respecto a los tipos de residuos producidos ni su destino final. La información que se tiene corresponde a la totalidad de los residuos generados por la industria textil:

- Janzur: 135 t/año
- Bani-Walid: 137 t/año
- El-Marg: 122 t/año

La información procede de GNC S&W.

### **Costes relacionados con la gestión ambiental en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

El coste total para los tres complejos textiles es alrededor de 949.725 €, aportados por GNC S&W. No hay información detallada sobre los conceptos a los cuales corresponde este coste. Esta información corresponde al año 2000.

Las tasas ambientales relativas a aguas residuales son alrededor del 8%.

### **Existencia de ayudas económicas estatales para el sector textil**

Como la industria textil pertenece en su mayor parte al Estado, no es aplicable hablar de ayudas por parte de éste.

### **Prácticas ambientales habituales en las industrias de tintura, acabados y estampación**

La información recibida indica que no existen empresas independientes de tintura, acabados o estampación, sino líneas de producción que realizan dichos procesos, dentro de los grandes complejos textiles de lana y algodón.

Las únicas mejoras implantadas parecen ser plantas de tratamiento de aguas residuales y cocinas automáticas de colores (esto último en las líneas de producción de estampación).

### **Existencia de legislación ambiental**

Libia posee legislación sobre residuos sólidos y aguas residuales (General Environmental form). No obstante, no existe legislación sobre emisiones atmosféricas ni sobre contaminación de suelos.

#### **3.1.11. Malta**

La información contenida en este documento ha sido proporcionada por Cleaner Technology Centre, con la colaboración del Sr. Anton Pizzuto.

Debe indicarse que Malta no posee una industria textil que opere en los subsectores objeto de estudio, sino que se importan los tejidos de otros países (Turquía, Túnez, España...) y con ellos se confeccionan prendas de vestir, mayoritariamente tejanos y ropa. Por lo tanto, la descripción del sector que se hace a continuación se refieren al sector de la confección.

Las principales fuentes de datos relacionados con las prácticas ambientales en la industria textil de Malta son:

- Cleaner Technology Centre (CTC)
- Central Office of Statistics (COS)
- Industry (VF): nombre de una gran industria de tejanos, con acceso a datos de la Federación de Industrias

### **3.1.11.1. Datos generales de la industria textil del país**

#### **Principales zonas geográficas con industria textil**

Las zonas geográficas o regiones más relevantes en las cuales se desarrolla actividad textil corresponden a:

- Sur de Malta
- Malta Central
- Gozo

#### **Principales subsectores textiles presentes en el país**

Como ya se ha comentado en la introducción, no existen empresas en Malta que operen en los subsectores textiles de tintura, acabados y estampación. No obstante, se importan tejidos de otros países (Turquía, Túnez, España...) y con ellos se confeccionan prendas de vestir, mayoritariamente tejanos y ropa. Por lo tanto, el subsector textil mayoritario es el de la confección.

El sector utiliza 8.000.000 m de tejido anualmente, principalmente de algodón tipo DENIM.

#### **Número total de empresas textiles y trabajadores en el país**

Según datos del COS, referidos a 1999, en el país existen 188 industrias con un total de 3.752 trabajadores.

No se dispone de datos referentes al sector textil.

#### **Contribución al PIB en %**

La totalidad de la industria contribuye con un 4% al PIB total de Malta, según datos del COS de 1999.



### **3.1.11.2. Aspectos ambientales**

#### **Existencia de infraestructuras relacionadas con la gestión ambiental a escala nacional**

Según datos del CTC correspondientes al 2001, existen muy pocas infraestructuras relacionadas con la gestión medioambiental. Concretamente, una planta depuradora de aguas residuales y un vertedero de residuos sólidos urbanos.

#### **Consumo energético anual para el sector textil (confección)**

Respecto al consumo de energía del sector textil, los datos disponibles correspondientes al año 2001 son los siguientes:

- Electricidad: 10.950 Mw/año (con un coste unitario de 0,06 €/Kwh)
- Fuel oil: 1.248 m<sup>3</sup>/año

#### **Consumo anual de agua para el sector textil (confección)**

Respecto al consumo de agua del sector textil, sólo se dispone de los datos de consumo de la empresa VF, correspondientes al año 2001. Son los siguientes:

- Agua procedente de la red de distribución pública: 8.000 m<sup>3</sup>/año (con un coste unitario de 1,6 €/m<sup>3</sup>)
- Agua reciclada: 8.650 m<sup>3</sup>/año (con un coste unitario de 0,26 €/m<sup>3</sup>)

#### **Generación anual de residuos y destino de los mismos para el sector de la confección**

Según datos disponibles, se producen un total de 1.200 t/año de restos textiles, las cuales se reciclan o valorizan en su totalidad, y 52 t/año de fangos de depuradora, que son depositados en vertederos.

No se dispone de información sobre otros residuos.

#### **Costes relacionados con la gestión ambiental**

De acuerdo con los datos disponibles, referidos al año 2001, los costes ambientales que deben soportar las empresas textiles se limitan al coste de la gestión externa de los residuos generados, con un coste anual global de 21.505 €.

No existen tasas sobre el consumo de agua, el vertido de aguas residuales, la generación de residuos o de emisiones a la atmósfera.

#### **Existencia de legislación ambiental**

Según datos del CTC, Malta posee la correspondiente legislación ambiental relativa al vertido de aguas residuales, a la eliminación y gestión de residuos, al control de las emisiones atmosféricas y acerca de suelos contaminados.

### **3.1.12. Marruecos**

La información contenida en este documento ha sido proporcionada por la Sra. Asmâa Tazi, Directora General adjunta del Centre Marocain de Production Propre.

Las principales fuentes de datos relacionados con las prácticas ambientales en la industria textil de Marruecos son:

- MICEM: Ministère de l'Industrie, du Commerce, de l'Énergie et des Mines du Maroc
- AMITH: Association Marocaine du Textile et Habillement
- CMPP: Centre Marocain de Production Propre
- KOMPASS del sector textil y del cuero

#### **3.1.12.1. Datos generales de la industria textil del país**

##### **Principales zonas geográficas con industria textil**

Las zonas geográficas o regiones en las cuales se desarrolla actividad textil corresponden, en orden decreciente de relevancia, a:

- Casablanca-Mohammedia (en esta zona se encuentran los dos tercios de las empresas del sector textil, cosa que representa el 75% del total de la producción textil)
- Rabat-Salé
- Fès-Meknès
- Marrakech
- Tánger
- Agadir

##### **Principales subsectores textiles presentes en el país**

Desde que Marruecos optó por la apertura progresiva de sus fronteras comerciales, la competitividad se ha convertido en uno de los temas centrales de los sectores estratégicos de Marruecos, entre ellos el sector textil.

Esta integración en la economía mundial presenta numerosas oportunidades para el sector textil, pero también impone el despliegamiento de importantes esfuerzos de modernización del aparato productivo así como de adaptación de este aparato a nuevas reglas y exigencias de los mercados exteriores, ya sea en cuanto a calidad de los productos o de su conformidad respecto a estándares internacionales.

El año 2000 fue un año difícil para el sector textil y, en especial, para el subsector de la confección, debido a la evolución desfavorable del cambio entre el Dirham y el Euro desde 1999, y por el aumento de las cargas salariales. Sólo durante el año 2000, el sector textil perdió 30.000 empleos y 100 establecimientos cesaron su actividad. Paradójicamente, las exportaciones del sector en 2000 crecieron un 4% respecto al año anterior, alcanzando los 21.000 M€. El sector textil representó, en 2000, un 44% de las exportaciones nacionales de Marruecos. No obstante, no todos los subsectores textiles contribuyen en la misma proporción a estas exportaciones. La parte correspon-

diente a los productos confeccionados significan el 81% de estas exportaciones. El 70% de las exportaciones tuvieron Europa como destino.

Según datos procedentes del MICEM, el sector textil en Marruecos incluye las siguientes actividades:

- Hilatura de lana, algodón, seda y otras fibras vegetales
- Acabado y apresto de tejidos
- Fabricación de productos textiles sencillos, distintos de las prendas de vestir
- Fabricación de alfombras, felpudos y esteras
- Sombrerería
- Confección de lencería y camisería
- Confección de prendas de vestir

Estas actividades, incluyen, a su vez, los subsectores de interés en el presente estudio, es decir, los de tintura, acabados y estampación. De acuerdo con los datos suministrados por el AMITH, por lo que respecta estos subsectores, se utilizan todo tipo de materias primas: lana, algodón, fibras artificiales, fibras sintéticas y mezclas.

Especial mención merece el subsector de lavado de prendas tejadas, incluido en el subsector de tintura y acabados. El lavado suele realizarse bien con piedra pómez, bien con baños enzimáticos, bien con una mezcla de ambos métodos.

Datos procedentes de AMITH cifran en 24.600 t/año la producción anual del conjunto de los subsectores de tintura, acabados y estampación.

### **Número total de empresas textiles y número de trabajadores en el país**

La información sobre el número total de empresas para los subsectores de tintura y acabados, y estampación procede de KOMPASS del sector textil y del cuero y se refiere al año 2000. De acuerdo con estos datos, existen:

- 1.440 empresas en el sector textil (se incluye en el sector textil: la hilatura, la tejeduría, el acabado y la confección).
- 6.800 empresas en el global del sector industrial del país.

Los subsectores objeto de estudio representan sólo el 10% del total de las empresas del sector textil. El subsector de tintura y acabados cuenta con 93 empresas que emplean de 7.800 a 8.200 trabajadores, mientras que el subsector de estampación cuenta con 45 empresas y emplea 3.200 trabajadores. La información procede de AMITH, corresponde al año 2000 y se basa en datos obtenidos a partir de encuestas a las empresas del sector. De acuerdo con estos datos, las empresas de los subsectores de tintura, acabados y estampación se distribuyen geográficamente de la siguiente forma:

- Casablanca-Mohammedia: 75%
- Tánger: 6%
- Fès-Meknès: 5%
- Rabat-Salé: 4%
- Otras: 10%

### **Contribución al PIB en %**

El conjunto de la industria textil y de curtidos ocupa el tercer lugar en la industria marroquí, después de las industrias agroalimentarias y de las industrias químicas y paraquímicas.

En 2000, a nivel nacional, contribuyeron en un 15% al total de la producción, en un 17% al total del PIB industrial del país y proporcionaron empleo a un 42% del total de los trabajadores.

#### **3.1.12.2. Aspectos ambientales**

##### **Existencia de infraestructuras relacionadas con la gestión ambiental a escala nacional**

Según información procedente de AMITH y CMPP existen:

- Aproximadamente 50 estaciones municipales depuradoras de aguas residuales. (Datos correspondientes al año 2001)
- 2 vertederos controlados de residuos sólidos urbanos (Tifelt y Essaouira). (Datos correspondientes al año 2000)
- 7 plantas de reciclaje de disolventes. (Datos correspondientes al año 2001)
- 20-23 plantas de reciclaje de envases y embalaje. (Datos correspondientes al año 2000)
- 6 valorizadores de restos textiles. (Datos correspondientes al año 2000 según KOMPASS del sector textil y del cuero). Se hace constar que si se consideraran todas las industrias que utilizan restos textiles en sus actividades o procesos, este número sería por lo menos de 30.

De acuerdo con los datos suministrados, no existe ningún vertedero de residuos peligrosos ni ninguna planta de tratamiento de los mismos. Es por esta razón que determinados sectores, como el farmacéutico, se han dotado de infraestructuras propias para su gestión.

##### **Consumo energético anual para los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Las energías utilizadas en los subsectores de tintura, acabados y estampación son, básicamente, la energía eléctrica y la energía térmica procedente de la combustión de productos petrolíferos.

Según datos procedentes de AMITH y CMPP, el consumo conocido de los diferentes tipos de energía es el siguiente:

- Energía eléctrica: alcanza los 30.500 MWh / año con un coste unitario de 118,28 €/MWh
- Fuel-oil: 112.000 t/año, con un coste unitario de 258,06 €/t
- Para los gases licuados de petróleo (GLP), básicamente butano y propano, y el gas-oil no está disponible la información relativa al consumo anual. Los costes unitarios son 322,58 €/t GLP y 559,14 €/m<sup>3</sup> gas-oil.

Los valores relativos al consumo se han estimado a partir de los datos recogidos en encuestas realizadas a industrias del sector y sobre la base de auditorías ambientales realizadas por el CMPP.

### **Consumo anual de agua de los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Según datos de 2000 de AMITH y CMPP, el agua consumida por las empresas pertenecientes a los subsectores objeto de este estudio procede, por una parte, de la red de abastecimiento público, con un total de 5.680.000 m<sup>3</sup>/año y un coste de 0,87 €/m<sup>3</sup> y, por otra, de pozos y suministros propios, con un total de 4.420 000 m<sup>3</sup>/año y un coste de 0,08 €/m<sup>3</sup>.

El coste del agua procedente de fuentes propias corresponde a la perforación e instalación de los pozos y se estima que se amortiza en menos de 3 años.

Las captaciones superficiales son ínfimas y se estima que se reutiliza el 30% de las aguas.

### **Consumo anual de productos químicos de los subsectores de tintura, acabados y estampación**

La información disponible procede de AMITH y CMPP y corresponde al año 2001. El consumo anual en t/año para cada una de las familias de productos es:

- Colorantes y pigmentos: 2.250-2.500 t/año
- Productos químicos auxiliares (agentes humectantes y tensioactivos): 2.300 t/año
- Sales inorgánicas: 20.000 t/año
- Disolventes halogenados: poca cantidad

Se hace constar que la cantidad de disolventes halogenados utilizada se va reduciendo porque las industrias los van substituyendo por productos biodegradables. Respecto a la utilización de disolventes no halogenados, como tolueno, xileno, acetona o éter, las industrias consultadas no han proporcionado información precisa.

### **Generación anual de aguas residuales y destino de las mismas en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Los datos proceden de informes sobre el sector textil realizados por el CMPP en el período comprendido entre junio 2000 y setiembre de 2001.

- Alrededor del 5% de las empresas de los subsectores de interés poseen estación depuradora de aguas residuales propia, tratando aproximadamente un total de 825.000 m<sup>3</sup>/año.
- El 35% (2.340.000 m<sup>3</sup>/año) posee algún tipo de estación de pretratamiento que permite la decantación de las aguas antes de su vertido.
- El 60% (5.500.000 m<sup>3</sup>/año) realiza el vertido de las aguas residuales sin depurar.

### **Generación anual de residuos y destino de los mismos en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Según datos procedentes de CMPP y MICEM, anualmente se producen:

- 194 t de restos de colorantes y pigmentos sólidos.
- 85 t de restos de colorantes y pigmentos líquidos cuyo destino es vertido incontrolado.
- Cantidad indeterminada pero reducida de restos de productos químicos auxiliares sólidos cuyo destino es vertido incontrolado.
- 360 t de sales inorgánicas cuyo destino es vertido incontrolado.
- 345 t de envases vacíos cuyo destino es la valorización y/o el reciclaje.
- 258 t de restos de embalajes cuyo destino es la valorización y/o el reciclaje.
- 12.500-13.200 t de restos textiles cuyo destino es la valorización y/o el reciclaje.
- 3.750 t de fangos de los baños de lavado cuyo destino es la valorización/incineración en los hornos de fábricas cementeras.

Se estima que el 90% de las empresas reciclan y/o valorizan sus residuos de fibras y restos textiles.

### **Costes relacionados con la gestión ambiental en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Muy pocas empresas de los subsectores objeto de estudio poseen una política respecto a la gestión de residuos. El 85% de estas empresas son filiales de firmas internacionales y los costes citados son asumidos directamente por el grupo dentro de su política general.

Según datos proporcionados por CMPP correspondientes al período comprendido entre junio del 2000 y setiembre de 2001 los costes debidos al tratamiento de aguas residuales en depuradora propia de la empresa están comprendidos entre 26.800 y 43.000 €/año.

### **Existencia de ayudas económicas estatales para las empresas del sector textil**

El gobierno de Marruecos, a través del Ministerio de Medio Ambiente, instauró, en diciembre de 1997, junto con la Agencia Alemana de Cooperación Financiera (KfW) los fondos de descontaminación industrial (FODEP1 y FODEP2). Se trata de un instrumento de incentivación para la realización de inversiones en descontaminación industrial y ahorro de recursos naturales.

El programa FODEP1 financia dos tipos de proyectos:

- Proyectos integrados que además de la descontaminación industrial, también contemplen la reducción del consumo de recursos naturales (agua, energía...).
- Proyectos que permitan la reducción de la contaminación mediante la implantación de instalaciones de tratamiento o eliminación de la contaminación.

Se han acogido a dicho programa 54 industrias, de las cuales 10 (19%) corresponden a industrias del sector textil y cuero.

A 31 de diciembre de 2001, el Comité Técnico del FODEP ha examinado 30 proyectos, de los cuales 15 se han considerado como aptos. De estos 15 proyectos, 8 están relacionados con vertidos líquidos, 5 con emisiones gaseosas y 2 con residuos. Los 15 proyectos suponen una inversión global de 10.455.000 € y requieren una financiación de 7.820.000 €, de los cuales 4.077.000 € serán en forma de subvención y 3.743.000 € serán en forma de créditos blandos.

El programa FODEP2, a diferencia del anterior, es una donación, del orden de 10 M€, por parte del gobierno alemán. Ocho empresas del sector textil han manifestado su interés para solicitar financiación a través de este programa para proyectos relativos al tratamiento y optimización de la utilización del agua.

El Gobierno marroquí ha puesto en marcha iniciativas adicionales para fomentar la mejora del sector textil. De ellas, las que se consideran más importantes son el "Contrat Branche", que el AMITH presentó al gobierno en agosto de 1999 y la creación del CMPP en junio de 2000, gracias al soporte financiero proporcionado por el Gobierno suizo, de una duración de 5 años. El CMPP proporciona a las industrias del sector textil asistencia técnica y constituye un órgano de consulta sobre cuestiones ambientales.

### **Prácticas ambientales habituales en las industrias de tintura, acabados, y estampación**

Por lo que respecta al grado de implantación de prácticas ambientales orientadas a la prevención de la contaminación, la información recibida procede del AMITH y CMPP y se refiere al porcentaje de empresas que las realizan, sobre el total de empresas de los subsectores en estudio.

- Certificación ISO 14001 y/o EMAS: 1%. (A marzo de 2002, únicamente una empresa del sector dispone de la certificación ISO 14001 y cinco más se encuentran en proceso de certificación. Las empresas del sector prefieren la certificación O-Ktex 100 por ser propia del sector).
- Reutilización de aguas residuales en el proceso de producción: 1%.
- Reutilización de baños de aclarado: 60%.
- Aunque el reciclaje de disolventes en origen es una práctica corriente, no se dispone del porcentaje de industrias que lo realizan.
- Muy pocas industrias poseen sistemas de prevención de la generación de productos obsoletos.
- Cocinas para la preparación automática de colores: 2% (No obstante, se estima que el 85% disponen de laboratorios para la preparación de los colores aunque no de forma automática).
- Dosificación automática de productos auxiliares: 30% (El 100% de las empresas disponen de sistemas de dosificación de auxiliares y, en el 70% de los casos se considera que no es automática).
- Mantenimiento preventivo de las instalaciones: 85%.
- Sistemas de control "on-line" de los procesos: 99%.
- Tratamiento "in situ" de aguas residuales: 5%.

## **Existencia de legislación ambiental**

Marruecos posee una gran cantidad de textos legales promulgados hace más de medio siglo. Los servicios de la Dirección General de Urbanismo han inventariado cerca de 356 textos promulgados entre 1913 y 1985. No obstante, estos textos no se adaptan a las necesidades actuales puesto que su finalidad principal era, por una parte, la protección de la propiedad privada y del patrimonio estatal preservando el bienestar de la población y, por otra parte, la conservación por parte del Estado de productos “prestados”, como son el agua y el aire, que se consideran bienes pertenecientes al dominio público.

Para remediar dicha situación el Departamento de Medio Ambiente ha elaborado una estrategia para dotar al país de un marco jurídico e institucional con los siguientes objetivos:

- Establecer un marco legislativo y reglamentario de protección y valoración del medio ambiente que tenga en cuenta, simultáneamente, las necesidades de preservación y el desarrollo socio-económico sostenible.
- Asegurar la coherencia jurídica del conjunto de los textos existentes o futuros así como su adaptación a la evaluación de las nuevas técnicas y al estado de los medios receptores.
- Armonizar la legislación nacional con los compromisos suscritos por Marruecos a nivel regional e internacional.

Actualmente existe la ley 10-95 sobre el agua, que prevé el principio de la eco-tasa sobre el agua. En estos momentos, existe un programa piloto sobre la eco-tasa en la cuenca de Oum Errabii (región de Khouribga).

Se está finalizando un proyecto de ley relativo a los vertidos de aguas, de emisiones gaseosas y a la generación de residuos de distintos sectores industriales.

Así mismo el Secretariado General del Gobierno, SGG, está trabajando en un proyecto de ley relativo a la gestión y a la eliminación de residuos.

### **3.1.13. Siria**

La información de este documento ha sido proporcionada por el Ministry of State for Environmental Affairs con la colaboración de la Sra. Abir Zeno.

Las principales fuentes de datos relacionados con las prácticas ambientales en la industria textil de Siria proceden de:

- Ministry of Industry
- Textile Industry Association
- Central Bureau of Statistics
- Chamber of Industry
- Ministry of Environment
- Ministry of Housing



### **3.1.13.1. Datos generales de la industria textil del país**

#### **Principales zonas geográficas con industria textil**

De acuerdo con datos que proceden del Ministerio de Industria, la industria textil en Siria se encuentra principalmente en las siguientes áreas:

- Aleppo
- Damasco
- Homs
- Hama

La industria textil se encuentra alrededor de las grandes ciudades, siendo Aleppo la más importante, seguida de Damasco y Hama. Los tejidos se realizan fundamentalmente en Aleppo y Damasco. Un 75% de la industria de tintura se encuentra en Aleppo.

#### **Principales subsectores textiles presentes en el país**

Según el Ministerio de Industria y la Asociación de Industria Textil los subsectores de tintura, acabados y estampación utilizan como materias primas principalmente la lana, el algodón y las mezclas, siendo el algodón natural la materia prima más utilizada.

No se proporciona información sobre la utilización de fibras sintéticas y artificiales.

Una encuesta del año 1999 realizada por el "Sector del algodón de Siria" cifra en 120.000 t/año la producción para los subsectores de tintura y acabados.

#### **Número total de empresas textiles y de trabajadores en el país**

En la información proporcionada, según datos del año 2000 procedentes del Ministerio de Industria y de la Asociación de Industria Textil, se cifra en 8.893 el número total de empresas del conjunto del sector textil con un total de 77.886 trabajadores. Del total de empresas, 8.867 son privadas y 26 son públicas. Las primeras dan empleo a 49.535 trabajadores mientras que las segundas emplean a 28.351 trabajadores. Además, se explicita que existen 11.460 centros de artesanía textil en el sector público.

Las principales grandes empresas son públicas, aunque la iniciativa privada ha entrado en el mercado en forma también de grandes compañías.

No se ha proporcionado información relativa a los subsectores de tintura y acabados y estampación por separado, ni tampoco sobre el global del país.

#### **Contribución al PIB en %**

El conjunto de todas las actividades correspondientes al sector textil contribuye en un 23% al total del PIB del país, según el Central Bureau of Statistics.

### **3.1.13.2. Aspectos ambientales**

#### **Existencia de infraestructuras relacionadas con la gestión ambiental a escala nacional**

Se detalla la existencia, a escala nacional, de un vertedero de RSU y de dos plantas de tratamiento de aguas residuales de gestión pública, aunque hay cuatro más en construcción. No se indica la existencia de más infraestructuras medioambientales. La información es del año 2000-2001 y procede del Ministerio de la Vivienda y de las autoridades municipales.

#### **Consumo energético anual para los subsectores de tintura, acabados y estampación**

No se han proporcionado datos sobre el consumo global de las distintas fuentes de energía. No obstante, de acuerdo con auditorías realizadas en el sector textil durante 1998, se estima que el consumo de energía eléctrica es de 0,37-4,8 Kwh/kg de producto acabado.

El Ministerio de Industria está llevando a cabo la creación de una base de datos que permitirá la elaboración de estadísticas sobre el consumo de energía en el plazo de dos años.

#### **Consumo anual de agua de los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Se hace constar que dicha información no está disponible ya que no existen estadísticas disponibles.

#### **Consumo anual de productos químicos de los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Se hace constar que dicha información no está disponible ya que no existen estadísticas disponibles ni registros exhaustivos de los consumos de productos químicos.

#### **Generación anual de aguas residuales y destino de las mismas en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Según datos aproximados, procedentes del Ministerio de Industria, el 30% de las industrias correspondientes a los subsectores textiles de tintura, acabados y estampación poseen estación depuradora propia de aguas residuales, mientras que el 70% restante no realiza depuración alguna.

#### **Generación anual de residuos y destino de los mismos en los subsectores de tinturas acabados y estampación**

De acuerdo con el Ministerio de Industria, los residuos procedentes de los subsectores estudiados tienen como destino final habitual la deposición en vertedero público. No obstante, se desconocen las cantidades generadas anualmente de cada tipo de residuo.

#### **Costes relacionados con la gestión ambiental en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

No se indica que la gestión ambiental suponga coste alguno para las empresas que operan en los subsectores estudiados.

### **Existencia de ayudas económicas estatales para el sector textil**

Según el Ministerio de Medio Ambiente únicamente dos empresas han recibido subvenciones para la implantación de buenas prácticas ambientales.

Se indica que, aunque actualmente las empresas no reciben ayuda económica por parte del Estado, se ha iniciado un programa conjunto por parte de los Ministerios de Medio Ambiente e Industria para conseguir soporte financiero con vistas a crear un centro para la Producción más Limpia, cuyo objetivo sería ayudar a las empresas a conseguir ayudas económicas, bien a través de “créditos blandos”, bien mediante desgravaciones fiscales.

### **Prácticas ambientales habituales en las industrias de tintura, acabados y estampación**

Por lo que respecta al grado de implantación de prácticas ambientales orientadas a la prevención de la contaminación la información recibida procede de la Cámara de Industria y se refiere al porcentaje de empresas respecto al total que se estima que aplican cada una de las prácticas enunciadas:

- Certificación ISO 14001 y/o EMAS: 1% en tintura y acabados, 1% en estampación (se considera que se trata, mayoritariamente, de empresas de tamaño medio).
- Reutilización de aguas residuales en el proceso de producción: 1% en tintura y acabados, 1% en estampación.
- Reutilización de los baños de acabado: 1% del subsector de estampación.
- Dosificación automática de productos auxiliares: 10% en tintura y acabados.
- Mantenimiento preventivo de las instalaciones: 55% en tintura y acabados, 50% en estampación.
- Tratamiento en origen de aguas residuales: 15% en tintura y acabados, 1% en estampación.

No se dispone de información sobre la aplicación de otras buenas prácticas ambientales puesto que el país no dispone de las estadísticas correspondientes.

### **Existencia de legislación ambiental**

Según el Ministerio de Medio Ambiente, Siria posee legislación sobre aguas residuales y emisiones atmosféricas, pero no sobre residuos sólidos ni contaminación del suelo. Se indica que los requisitos legales de Siria son bastante suaves e incompletos, pues aún no ha salido una legislación marco sobre Medio Ambiente.

#### **3.1.14. Túnez**

La información de este documento ha sido proporcionada por el Centro Internacional de Tecnologías Ambientales de Túnez (CITET), con la colaboración de:

- La Sra. Amel Benzarti, directora
- El Sr. Rachid Nafti, experto en producción más limpia

Las principales fuentes de datos relacionados con las prácticas ambientales en la industria textil de Túnez proceden de:

- FENATEX: Federación Nacional del Textil
- CETTEX: Centro Técnico del Textil
- ATPNE: Asociación Tunecina para la Protección de la Naturaleza y el Medio Ambiente

Otros datos han sido suministrados por:

- El Ministerio de Desarrollo Económico
- ANPE: Agencia Nacional de Protección del Medio Ambiente / estadísticas del FODEP: Fonds de Depollution Industrielle
- Estudio estratégico del sector textil, Organización Gherzi, Zurich 1999

### **3.1.14.1. Datos generales de la industria textil del país**

#### **Principales zonas geográficas con industria textil**

Las principales zonas geográficas que poseen industria textil en Túnez son:

- Ben Arous
- Monastir
- Ariana

#### **Principales subsectores textiles presentes en el país**

En Túnez, el sector textil está clasificado en dos categorías: una de tintura, acabados y estampación, constituida por un total de 41 empresas, y otra de lavado de tejanos, con un total de 48 empresas.

En referencia a la naturaleza de las materias primas utilizadas, cabe destacar que es muy variada. Más de la mitad de las industrias de tintura, acabados y estampación son capaces de utilizar indistintamente lana, algodón, fibras sintéticas o bien mezclas de dichas materias primas.

Según datos del año 1992, procedentes del Ministerio de Desarrollo Económico, la producción en el sector de tinturas, acabados y estampación se cifra en 1.800 t/año para empresas que utilizan lana y en 800 t/año para las que utilizan algodón. No se han proporcionado datos para las otras materias primas ni para el sector de lavado de tejanos.

Se hace constar, por otra parte, que Túnez no es un país productor de materias primas, lo cual implica que las industrias de este sector sean dependientes de la importación.

### **Número total de empresas textiles y trabajadores en el país**

Según datos del año 1999 se cifra en 1.806 el número global de empresas del sector textil, con un total de 240.000 trabajadores. Datos del año 1995 cifran en 41 el número de empresas de tintura, acabados y estampación y en 48 las de lavado de tejanos, con un total de 5.119 trabajadores.

Por otra parte, según otros datos procedentes de FENATEX, en 1999 existían en Túnez 10.000 empresas que proporcionaban empleo a un total de 406.000 trabajadores.

Se comenta, además, que el 40% de las industrias de tintura y acabados realiza un ennoblecimiento húmedo de las telas, bien sean tejidas o tricotadas. La maquinaria que se utiliza en el proceso de tintura es asimismo muy variada pudiendo ser: barcas con torniquete (33,9%), jiggers (25%), autoclaves (4,6%), jets (15,6%) y over flows (20,8%).

### **Contribución al PIB en %**

El total del sector textil contribuye en un 8% al total del PIB del país, según datos del año 1995 procedentes del Ministerio de Desarrollo Económico.

Se hace referencia explícita a que la información sólo se encuentra disponible para el global de la industria textil y no para los distintos sectores.

#### **3.1.14.2. Aspectos ambientales**

##### **Existencia de infraestructuras relacionadas con la gestión ambiental a escala nacional**

Según datos del año 2000 procedentes de ANPE, existen un total de 60 depuradoras de aguas residuales. La misma fuente cifra en 4 el número total de vertederos controlados y en 1 el número de vertederos controlados de residuos peligrosos.

No se ha proporcionado información sobre la existencia de infraestructuras para la reutilización y/o valorización de envases, disolventes y restos textiles, ni tampoco sobre la existencia de tratadores de residuos peligrosos.

Se hace constar, por otra parte, que se está construyendo 1 nuevo vertedero controlado de residuos peligrosos.

##### **Consumo anual de agua para el sector textil**

El consumo de agua está calculado sobre una base de 300 días de trabajo al año.

El mayor consumo de agua lo proporciona la red de abastecimiento público con un total de 3.434.100 m<sup>3</sup>/año y un coste unitario de 0,93 €/m<sup>3</sup>. Menos considerable es el consumo de agua procedente de pozos que alcanza un total de 105.000 m<sup>3</sup>/año.

No se han proporcionado datos ni información sobre ningún otro tipo de abastecimiento de agua, aunque se comenta que el sector de ennoblecimiento consume 11.418 m<sup>3</sup>/día y el correspondiente de lavado de tejanos 10.029 m<sup>3</sup>/día.

### **Consumo anual de productos químicos en el sector textil**

El consumo de colorantes y pigmentos es de 2.646 t/año mientras que el de productos químicos auxiliares alcanza las 1.622 t/año. Dichos datos proceden de ATPNE aunque no se explicita a qué año corresponden.

No se ha proporcionado información sobre el consumo de sales inorgánicas, disolventes halogenados, disolventes no halogenados u otros.

### **Generación anual de aguas residuales y destino de las mismas en el sector textil**

Un 90% de las industrias de los sectores de tintura, acabados y estampación poseen estación depuradora propia de aguas residuales, tratando un total de 2.250.600 m<sup>3</sup>/año mientras que un 10% lo constituyen otro tipo de estaciones depuradoras aunque no se cita el caudal de agua tratado por las mismas. Cabe señalar que no se ha proporcionado ni la fecha ni la procedencia de los datos.

Por otra parte, se proporciona información sobre los siguientes puntos:

- El procedimiento de tratamiento de los efluentes de agua es, esencialmente, de tipo físico-químico (homogeneización, regulación del pH, coagulación, floculación y decantación). Sólo un 11% de las industrias realizan un tratamiento biológico.
- El 50% de las industrias del subsector de acabados poseen estaciones de pretratamiento industrial de agua, estimándose los caudales de agua vertidos por este subsector en 7.502 m<sup>3</sup>/día.
- El 31% de las industrias dedicadas al lavado de tejanos también poseen estaciones de pretratamiento industrial de agua.

Se comenta dentro de este apartado que la concentración de cloruros en las aguas residuales varía de 500 a 5.500 mg/l según la naturaleza de la fibra tratada.

### **Generación anual de residuos y destino de los mismos en el sector textil**

Se realiza una estimación global de los residuos generados clasificados en dos categorías: una representada por el subsector de acabados, que genera un total de residuos procedentes de productos químicos auxiliares (sólidos y líquidos) cifrados en unas 11.175 t/año y otra, representada por las empresas de lavado de tejanos, que genera 17.103 t/año de residuos de piedra pómez. Esta información procede del INS y no incluyen el año a que se refieren.

### **Existencia de ayudas económicas estatales para el sector textil**

Según datos procedentes de ANPE (departamento de FODEP), durante el período comprendido entre 1994-2000, 260 empresas recibieron ayudas del FODEP y de éstas, 37 eran

empresas del sector textil. El importe concedido (20% del total de la inversión) fue de 9.384.976 €<sup>5</sup>.

Se señala que hubo poca inversión en equipos para la reducción en origen de residuos así como para la implantación de buenas prácticas ambientales (sólo algunos casos, en otros sectores fuera del textil).

### **Prácticas ambientales habituales en las empresas del sector textil**

Por lo que respecta al grado de implantación de prácticas ambientales orientadas a la prevención de la contaminación, la información recibida se refiere a los subsectores de tinción, acabado y estampación que, como ya se ha citado anteriormente, están agrupadas en la misma categoría.

Un 10% de las empresas reutilizan los baños de acabado, un 5% poseen cocinas de colores automáticas, un 40% aplica sistemas para la prevención de la generación de productos caducados, y un 50% realiza el mantenimiento preventivo de las instalaciones.

### **Existencia de legislación ambiental**

Túnez posee normativa (NT 106.022) para los vertidos de aguas residuales y una ley para la gestión de los residuos sólidos (Ley 96-41 del 10 de junio de 1996). No posee legislación ni para las emisiones a la atmósfera, ni para suelos contaminados.

## **3.1.15. Turquía**

La información de este documento ha sido proporcionada por Bogazici University, con la colaboración de la Dra. Nilgün Kiran Ciliz del Institute of Environmental Sciences.

### **3.1.15.1. Datos generales de la industria textil del país**

#### **Principales zonas geográficas con industria textil**

La industria textil del sector del algodón se encuentra en las siguientes áreas:

- Sureste de Anatolia
- Mar Egeo (Izmir, Manisa)
- Cukurova
- Mar Mediterráneo (Antalya)

#### **Principales subsectores textiles presentes en el país**

La información recibida sobre los principales subsectores de la industria textil presentes en Turquía clasifica a éstos según la materia prima empleada.

Según datos referidos al período 1999-2000, Turquía es el sexto país del mundo productor de algodón, y el quinto país consumidor. Por otra parte, sus cultivos de algodón representan el 6% de la producción mundial.

---

<sup>5</sup> 1 dinar = 0,764 €

Respecto a los productos de la lana, Turquía es el quinto país del mundo productor de productos de lana.

En cuanto a fibras sintéticas, las principales son poliéster, poliamida y las de tipo acrílico. Turquía está entre los 10 mayores productores de hilatura sintética (que representan el 15% de la capacidad de los países de la Europa occidental).

Según datos de 1997, el peso de cada una de las materias primas en el sector textil era:

- Algodón (46%) (865.000 t en el 1999-2000)
- Fibras sintéticas: (16%)
- Lana (12%)
- Otras (26%)

### **Número total de empresas textiles y trabajadores en el país**

En la información proporcionada, según datos del año 1998, el 20% del empleo, 400.000 trabajadores, lo proporcionan 650 empresas que operan en el sector textil. Esta información excluye las pequeñas empresas familiares.

De las mayores empresas textiles turcas, 15 pertenecen al subsector del algodón, 5 al de la lana, 5 al subsector de fibras sintéticas y 4 al de prendas de confección.

### **Contribución al PIB en %**

El mayor sector industrial en Turquía lo constituye el conjunto del sector textil y de la confección que, en el año 1998, contribuía en un 8,4% al PIB del país y constituía un 11,5% de los productos industriales.

### **3.1.15.2. Aspectos ambientales**

#### **Existencia de infraestructuras relacionadas con la gestión ambiental a escala nacional**

El desarrollo y la implantación de leyes y regulaciones medioambientales son responsabilidad del Ministerio de Medio Ambiente. A nivel regional, los controles medioambientales los realizan las autoridades medioambientales regionales que están conectadas con el Ministerio. Los estándares para el vertido de aguas residuales se dividen en dos categorías: 1) Para las industrias que vierten directamente al medio receptor se utilizan los estándares de los medios receptores tanto para los productos textiles tejidos como tricotados y 2) Para las empresas que vierten sus aguas residuales a infraestructuras de saneamiento con instalación de tratamiento de aguas residuales adecuado para su vertido a las aguas marinas. Además, los ayuntamientos y los departamentos de Aguas y Aguas Residuales en las grandes ciudades/regiones tienen sus propios estándares.

Respecto al cumplimiento de las reglamentaciones/estándares, se puede observar las siguientes conclusiones:



En las áreas rurales con controles medioambientales menos estrictos, donde sólo se realizan controles de pH y temperatura de los vertidos, puede decirse que las infraestructuras de gestión ambiental son mínimas.

Por otra parte, las empresas situadas en áreas geográficas donde el cumplimiento de las reglamentaciones y estándares se lleva a cabo con éxito tienen su propia planta de tratamiento de aguas residuales debido al mayor control al que están sometidas.

Además, debe indicarse que hay un creciente número de empresas que se han fijado como objetivo obtener la acreditación ISO 14001, por lo que están trabajando en mejorar la gestión de residuos.

### **Consumo anual de agua de los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Este consumo es muy variable, en función de la maquinaria empleada, la complejidad del proceso, etc. Generalmente, se encuentra entre 60 y 120 l/kg de tela procesada para procesos de algodón. Este valor puede alcanzar los 200 l/kg en los procesos de lana.

### **Costes relacionados con la gestión ambiental en los subsectores de tintura, acabados y estampación**

Los costes varían según la situación geográfica de la empresa.

En la región de Marmara (especialmente en Istanbul y en otras zonas de la región), por ejemplo, las empresas pagan un cánon tanto por el agua consumida como por el agua vertida. También pagan por el tratamiento del agua previo al proceso así como por cualquier tratamiento que ésta reciba una vez utilizada. Así pues, el presupuesto destinado al agua es elevado en relación a la facturación anual de la empresa. El coste total del procesado del agua equivaldría a 0,98 €/m<sup>3</sup>.

### **Existencia de ayudas económicas estatales**

La información recibida indica la proporción entre la inversión pública realizada en la industria textil y en el total del sector industrial.

En 1998 el gobierno invirtió un 14,4% de sus ayudas a la industria del sector textil, porcentaje que se redujo al 4,2% en 1999. La inversión realizada por el gobierno en el total del sector industrial fue de un 48,7% en 1998 y de un 44,3% en 1999.

### **Prácticas ambientales habituales en las industrias de tintura, acabados y estampación**

La mayor parte de empresas cumplen la normativa Eko-Tex 100. Hay un número de empresas que pretenden conseguir la acreditación ISO 14001, por lo que deben cumplir con la normativa ambiental que les es de aplicación e implantar sistemas de producción más limpia. Por ejemplo, se están dejando de utilizar productos químicos prohibidos por la UE e implantando sistemas de recogida y almacenamiento de residuos sólidos en las plantas. No obstante, y por ser la legislación en este aspecto menos severa, las empresas no se esfuerzan tanto en la reducción del consumo de energía, agua y productos químicos.

El nivel de conocimiento y aplicación de tecnologías más limpias se puede considerar relativamente elevado. No obstante, se aprecian áreas en las que existe un potencial de mejora significativo. La identificación de dichas áreas por parte de las empresas textiles pasa por la disponibilidad de la información adecuada. Las empresas, en general, disponen de información genérica que les puede permitir evaluar su comportamiento medioambiental, pero la información que se requiere para poder tomar la decisión de integrar tecnologías más limpias es de naturaleza distinta. Las compañías suelen conocer cómo generar dicha información (por ejemplo, a través de la evaluación del funcionamiento de sus procesos de producción), pero raramente se procesa y transforma para que fomente la aplicación de tecnologías más limpias.

Por otra parte, la mayor parte de las empresas procesan tejidos de terceros por lo que están limitadas en cuanto a su capacidad de planificación de la producción y en cuanto a los productos a ofrecer. La selección de sus productos y la selección de sus esquemas de producción están fuertemente determinados por las demandas de los clientes. El sector considera crucial para su supervivencia la capacidad de utilizar el equipamiento existente de la forma más efectiva posible, con las modificaciones necesarias, para diferentes objetivos. Aunque este enfoque proporciona la versatilidad y la flexibilidad que se consideran cruciales, afecta de forma negativa los niveles de eficiencia y limita de forma significativa el potencial de mejora.

### **Existencia de legislación ambiental**

El desarrollo y la aplicación de la legislación ambiental es responsabilidad del Ministerio de Medio Ambiente. A nivel regional, los controles medioambientales son realizados por autoridades medioambientales regionales, en contacto con el Ministerio de Medio Ambiente. No obstante, los municipios también pueden aplicar y hacer cumplir su propia normativa, siempre que no sea más laxa que la del Ministerio.

Turquía posee legislación medioambiental relativa a los estándares de vertido de las aguas residuales, la clasificación de las aguas residuales, la eliminación y gestión de los residuos y el control de las emisiones a la atmósfera, así como legislación relativa al control de los residuos tóxicos y peligrosos, la gestión de los residuos sólidos, las evaluaciones de impacto ambiental, etc.

El cumplimiento de la legislación muestra variaciones a nivel regional. En algunas regiones (región de Mármara) la mayoría de las empresas cumple los límites legales de vertido. Por otro lado, cabe destacar que en la mayoría de las áreas industriales se requiere un menor cumplimiento de la legislación que en aquellas áreas donde la industria está aislada. Asimismo, cabe destacar que la legislación medioambiental es más estricta en las grandes ciudades que en los pequeños ayuntamientos.

## **3.2. COMPARACIÓN DEL SECTOR TEXTIL ENTRE LOS PAÍSES DEL PAM**

### **3.2.1. Introducción y comentarios previos**

- Cabe señalar que la información recibida sobre los distintos aspectos investigados en el presente estudio, relacionados con el sector textil y en particular con los subsectores de tintura, acabados y estampación de los distintos países que componen la Región Me-

diterránea, ha sido notablemente diversa, tanto por lo que se refiere a su tipo y origen como a la representatividad en relación al conjunto del país correspondiente. Así, por ejemplo, en algunos casos toda la información se refiere a una zona concreta de un país, mientras que en otros se han remitido datos en los que no se han desglosado los subsectores de interés.

- Por los motivos expuestos, el resumen comparativo que se presenta a continuación puede adolecer de algunos sesgos (derivados de la heterogeneidad de la información recibida o de su falta parcial o total en algunos casos) si se pretende efectuar una extrapolación mecánica al conjunto de la Región Mediterránea, ya que en el mismo sólo se han recogido y agrupado los datos recibidos cuyo carácter pudiera considerarse más o menos concomitante, pudiéndose consultar el resto de información en los resúmenes que figuran en el apartado anterior de este informe y en los originales de los cuestionarios e información adicional procedente de los distintos países participantes en el estudio.
- Los aspectos que se comentan a continuación se refieren a la producción, a la significación económica y sociolaboral del sector textil, con especial hincapié en los subsectores de tintura y acabados y estampación, así como a la existencia de infraestructuras de tratamiento ambiental, consumos (de agua, energía y productos químicos y materias afines), destinos de aguas residuales y residuos, grado de implantación de buenas prácticas ambientales, existencia de leyes ambientales para los distintos vectores y disponibilidad de ayudas económicas y/o subvenciones para la implantación de mejoras ambientales diversas.
- Es importante considerar, también, que la información tratada en los distintos epígrafes de este apartado procede de los cuestionarios elaborados por los responsables de cada uno de los países además de otra adicional recibida.

### **3.2.2. Producción del sector textil y de los subsectores de tintura, acabados y estampación en los países de la Región Mediterránea**

Como puede comprobarse en los apartados anteriores correspondientes, la mayor parte de países no ha presentado información respecto al volumen de producción, no pudiéndose relacionar comparativamente la recibida. Por otra parte, debe tenerse en cuenta que, precisamente el factor de la producción (en el sector textil y/o los subsectores de interés), resulta determinante a la hora de poder establecer relaciones cuantitativas entre los distintos aspectos ambientales como consumo de agua, producción de residuos, etc.

Por lo que se refiere a los datos concretos recibidos, en relación a la producción de los subsectores objeto del presente estudio, cabe destacar los casos de España (cuya producción anual resulta ser, para tintura y acabados y estampación de 550.000 t/año y de 58.800 t/año, respectivamente), Francia (con una producción anual sólo para el subsector de tintura y acabados de 300.000 t/año), Siria (con una producción anual para tintura y acabados y estampación de lanas de 120.000 t/año) y, en menor medida, Marruecos (con una producción anual para tintura, acabados y estampación de 24.600 t/año), Egipto (con una producción anual para tintura y acabados de lanas de 19.000 t/año), Libia (cuya producción anual resulta ser, para tintura y acabados y estampación de 15.900 t/año y de 884 t/año, respectivamente) y Croacia (con una producción anual para tintura y acabados de 9.861 t/año).

Otros países, como Argelia y Bosnia-Herzegovina, han aportado datos más genéricos sobre la producción del conjunto de la industria textil. Así, para el caso de Argelia la producción anual correspondiente es de 427.312 t/año, mientras la de de Bosnia-Herzegovina es de 431 t/año.

### **3.2.3. Contribución al PIB del sector textil y de los subsectores de tintura, acabados y estampación en los países de la Región Mediterránea**

Cabe destacar la significación económica de la industria textil en relación al PIB tanto de Túnez (8%) como Libia (10%), Turquía (8,4%) y, sobre todo, el dato singular correspondiente al caso de Siria (23%).

En el caso de Marruecos, el dato aportado es la contribución al PIB Industrial del sector del textil y del cuero, que está cifrada en un 17%.

En otros países, la contribución al PIB de la producción textil es claramente menor, como en Albania (3,7% para el conjunto de la industria textil y 2,1% para los subsectores de tintura y acabados y estampación), Croacia (1,3%, sólo para el subsector de tintura, acabados y estampación), Egipto (3% para el conjunto de la industria textil), España (1,8% para el conjunto de la industria textil), Israel (1% para el conjunto de la industria textil y 0,5% para los subsectores de tintura, acabados y estampación) y Malta (4% para el conjunto de la industria textil).

### **3.2.4. Significación en materia laboral del sector textil y de los subsectores de tintura, acabados y estampación en los países de la Región Mediterránea**

Entre la información concreta recibida sobre el número de empresas y de trabajadores que desarrollan sus actividades en el sector textil y, en particular, en los subsectores de tintura y acabados y estampación, para ilustrar su importancia socioeconómica, caben destacar los datos siguientes:

#### **Sector textil**

Egipto (con 10.444 empresas y 213.103 trabajadores), Siria (con 8.893 empresas y 77.886 trabajadores), España (con 7.615 empresas y 278.200 trabajadores), Túnez (con 1.806 empresas y 240.000 trabajadores), Marruecos (con 1.440 empresas. No se dispone de la cifra de trabajadores), Francia (con 1.300 empresas y 122.000 trabajadores) y Turquía (con 650 empresas y 400.000 trabajadores).

#### **Subsectores de tintura, acabados y estampación**

España (con 490 empresas y 17.880 trabajadores), Albania (con 251 empresas y 3.762 trabajadores), Francia (con 240 empresas y 14.000 trabajadores), Marruecos (con 138 empresas y 11.500 trabajadores), Túnez (con 89 empresas y 5.119 trabajadores) e Israel (con 22 empresas y 1.300 trabajadores).

Cabe señalar que el “ratio” entre el número de trabajadores y el de empresas del sector textil viene a indicar que el tamaño de dichas empresas, en general, deberá situarse en el marco de las

PYME, aunque en el capítulo anterior, en algunos casos como Egipto o Libia también pueden presentarse algunas grandes empresas. Esta misma tendencia se observa para el caso de las empresas de los subsectores de tintura y acabados con la peculiaridad del caso de Israel donde parece que el “ratio” antes comentado para las empresas de dichos subsectores es muy superior al global del sector textil.

### **3.2.5. Existencia de infraestructuras de gestión ambiental en los países de la Región Mediterránea**

En este campo la información recibida ha sido más bien escasa en algunos casos (por ejemplo por lo que se refiere a los países de la UE), probablemente por estar muy compartimentada en origen u otras causas.

Por otra parte, aparentemente, resulta singular para todos los países que han aportado datos concretos (con las posibles excepciones de los casos de Egipto, para las EDAR, vertederos de RSU y plantas de valorización de residuos, Marruecos, para las EDAR y las plantas de reutilización de embalajes, Túnez para las EDAR y Albania por lo que se refiere a los vertederos de RSU), la escasa disponibilidad general de EDAR, de vertederos de RSU y de plantas de valorización y/o reciclaje de residuos, teniendo en cuenta que los datos aportados se refieren a todos los sectores productivos a escala nacional.

### **3.2.6. Consumo de agua y sus orígenes en las empresas de los subsectores de tintura, acabados y estampación en los países de la Región Mediterránea**

Como datos significativos se han aportado los consumos de agua y sus orígenes para distintos países: Albania (con un consumo anual de 49,6 Mm<sup>3</sup>/año de aguas de red y 28 Mm<sup>3</sup>/año de aguas superficiales), Argelia (con un consumo anual de 4,8 Mm<sup>3</sup>/año de aguas de red y 0,8 Mm<sup>3</sup>/año de aguas subterráneas), Bosnia-Herzegovina (con un consumo anual de 4,8 Mm<sup>3</sup>/año de aguas de red), Croacia (con un consumo anual de 1,8 Mm<sup>3</sup>/año de aguas de red, 1,3 Mm<sup>3</sup>/año de aguas superficiales y 1 Mm<sup>3</sup>/año de aguas subterráneas), Egipto (con un consumo anual de 400 Mm<sup>3</sup>/año de aguas de red y 100 Mm<sup>3</sup>/año de aguas subterráneas), España (con un consumo anual total de 55 Mm<sup>3</sup>/año), Francia (con un consumo anual total de 31 Mm<sup>3</sup>/año), Israel (con un consumo anual de 7 Mm<sup>3</sup>/año de aguas de red), Libia (con un consumo anual de 18 Mm<sup>3</sup>/año de aguas de red y 0,3 Mm<sup>3</sup>/año de aguas subterráneas), Malta (con un consumo anual de 8.000 m<sup>3</sup>/año de aguas de red y 8.659 m<sup>3</sup>/año de aguas reutilizadas), Marruecos (con un consumo anual de 5,68 Mm<sup>3</sup>/año de agua de red y 4,42 Mm<sup>3</sup>/año de aguas subterráneas), y Túnez (con un consumo anual de 3,4 Mm<sup>3</sup>/año de aguas de red y 1 Mm<sup>3</sup>/año de aguas subterráneas).

### **3.2.7. Consumo energético de las empresas de los subsectores de tintura, acabados y estampación en los países de la Región Mediterránea**

Por lo que se refiere al consumo energético y sus formas, pueden indicarse los siguientes aspectos:

### **Consumo de energía eléctrica (en Mw·h/año)**

Cabe destacar: Albania (124.200 Mw·h/año), Bosnia-Herzegovina (21.627 Mw·h/año), Croacia (150 Mw·h/año), Egipto (1.100.000 Mw·h/año), España (1.014.775 Mw·h/año), Francia (495.500 Mw·h/año), Israel (458.300 Mw·h/año) y Marruecos (30.500 Mw·h/año).

### **Consumo de gas-oil y fuel-oil**

Pueden citarse: Albania (14.400 t gas-oil/año), Croacia (7.000 t gas-oil+fuel-oil/año), Egipto (68.538 t gas-oil+fuel-oil/año), España (2.300 t gas-oil/año y 9.400 t fuel-oil/año), Libia (361,8 t gas-oil/año y 1.180 t fuel-oil/año), Marruecos (112.000 t fuel-oil/año) y Siria (310.000 t gas-oil/año).

### **Consumo de gas natural**

Cabe mencionar: Croacia (9.000 m<sup>3</sup>/año), Egipto (500.000.000 m<sup>3</sup>/año), Francia (89.140.645 m<sup>3</sup>/año) y España (7.872.000 m<sup>3</sup>/año).

Mención aparte merece el caso de Marruecos, en donde no se consume gas natural pero sí que se consumen gases licuados de petróleo (GLP), básicamente propano y butano. No se han aportado cifras de dichos consumos.

### **3.2.8. Consumo de productos químicos y materias afines de las empresas de los subsectores de tintura, acabados y estampación en los países de la Región Mediterránea**

Tan sólo resulta completa la información remitida en este campo por Albania, Argelia y España, resultando singular la diferencia entre el consumo relativo de disolventes de Albania y España. Albania, con una producción significativamente menor a la de España, presenta un consumo de disolventes más de 10 veces superior al de España. Esto puede ser debido a diferencias entre el tipo de procesos, pigmentos y colorantes más utilizados en ambos casos.

### **3.2.9. Producción de aguas residuales y destino de las mismas de las empresas de los subsectores de tintura, acabados y estampación en los países de la Región Mediterránea**

En relación a la producción y tratamiento de aguas residuales, de la información recibida destacan los casos correspondientes a Israel y Túnez en donde se indica que prácticamente todas las empresas de los subsectores de tintura y acabados y estampación efectúan algún tipo de tratamiento de las aguas residuales en origen.

Los porcentajes de aplicación de esta medida, para el caso de otros países, oscilan entre un 10 y un 65%, cifrándose en concreto para los casos de Albania en un 10%, Argelia en un 31%, Bosnia-Herzegovina en un 25%, Egipto en un 65%, España en un 30%, Francia en un 65%, Marruecos en un 40% y Siria en un 30%.

### **3.2.10. Producción de residuos y destino de los mismos de las empresas de los subsectores de tintura, acabados y estampación en los países de la Región Mediterránea**

La información recibida ha sido poco concreta y muy heterogénea, pudiéndose destacar los siguientes casos:

#### **Albania**

Se indica que los residuos sólidos se depositan en vertederos de RSU, mientras que los líquidos se evacuan conjuntamente con las aguas residuales. Por otra parte, se presentan las cantidades estimadas de producción de residuos y sus tipos. No se contemplan, al parecer, prácticas de reciclaje o valorización.

#### **Argelia**

Se ofrece información en el sentido que 632,15 t/año de residuos de productos químicos auxiliares líquidos se evacuan con las aguas residuales, se recuperan 11.700 t/año de aceites y 430,5 t/año de restos textiles, se valorizan 208 t/año de restos de envases y se reciclan una parte de los 68,3 t/año de restos de embalajes (la otra se deposita en vertederos) así como 13 t/año de otros productos.

#### **Bosnia-Herzegovina**

Se presenta una información genérica similar a la de Albania, pero sin citar las cantidades estimadas de producción de residuos. Como en el caso de Albania tampoco se contemplan, al parecer, prácticas de reciclaje o valorización.

#### **Egipto**

Se indican, genéricamente, los destinos de los residuos según su tipo, contemplándose las siguientes opciones: vertederos controlados, reciclaje, valorización y evacuación conjunta con las aguas residuales.

#### **España**

Se han presentado los datos correspondientes a Cataluña (la principal zona textil del país, con un 65% de las empresas), indicándose los datos concernientes a la producción anual y destino final de residuos sólidos y líquidos de pigmentos y colorantes, de disolventes (discerniéndose entre los de tipo halogenado y no halogenado), de envases de productos químicos, de restos de embalaje, de restos textiles, de fangos de depuradora y otros.

#### **Francia**

Se indica una producción anual de unas 9 t de residuos de pigmentos además de diversos productos químicos y disolventes (cantidad que podría considerarse singularmente baja). En este ca-

so, se citan también las cantidades producidas anualmente de restos de embalaje, restos textiles y fangos de depuradora (cuyo destino es el 75% a compostaje, 25% a la eliminación en forma de vertidos y a la incineración) y otros residuos inespecíficos.

### **Israel**

Se indica que la producción anual de residuos asimilables a sales minerales (contaminante considerado como muy crítico en Israel) asciende a 130.000 t (de las cuales 3.202 son tratadas, mientras el resto se infiere que son depositadas en puntos de descarga que podrían corresponder a vertederos). Por otra parte, no se presenta información concerniente a la producción de residuos de embalajes, productos químicos, etc., generados por los subsectores de tintura, acabados y estampados.

### **Libia**

Sólo se han indicado los residuos totales correspondientes a todo el sector textil de algunas áreas concretas.

### **Malta**

Sólo se indican los datos de producción de restos textiles y fangos de depuradora de una industria, los cuáles son reciclados y/o valorizados y depositados en vertederos, respectivamente.

### **Marruecos**

Se aportan datos sobre las cantidades generadas de residuos de colorantes y pigmentos, sales inorgánicas, envases vacíos, restos de embalajes, restos textiles y fangos de baños de lavado, y sobre las vías de gestión o tratamiento más habituales. Así, la descarga incontrolada es la vía más habitual para restos de colorantes, pigmentos, auxiliares y sales, mientras que la valorización y/o el reciclaje es lo más habitual para residuos de envases y embalajes, restos textiles y fangos.

### **Siria**

Se indica que los residuos (se supone que sólidos) procedentes de los subsectores de tinturas y acabados tienen como destino vertederos públicos, desconociéndose las cantidades anuales generadas.

### **Túnez**

Se efectúa una clasificación de los residuos totales producidos (constituidos por productos químicos diversos) en el subsector de acabados (de 11.175 t/año) y en el del lavado a la piedra de tejanos, que genera 17.103 t/año de piedra pómez. No se ofrece información sobre el destino de dichos residuos.



### **3.2.11. Aplicación de buenas prácticas de producción desde el punto de vista ambiental de las empresas de los subsectores de tintura, acabados y estampación en los países de la Región Mediterránea**

La información recibida en este epígrafe se comenta de forma desglosada para las distintas prácticas comprendidas en el mismo. Cabe señalar que distintos datos presentados en este apartado corresponden a estimaciones:

- **Existencia de empresas con Sistemas de Gestión Medioambiental (ISO-14001 o EMAS):** se aportan los porcentajes correspondientes España (2%), Egipto (2%), Marruecos (1%) y Siria (1%) con órdenes de magnitud similares. Italia indica la existencia de 9 empresas certificadas en la región del Prato. Otros países reportan la inexistencia de empresas con SGMA certificados.
- **Reutilización de aguas:** se aportan los porcentajes efectivos correspondientes a España (50%), Egipto (60%), Marruecos (1%), Israel (30%) y Siria (1%), destacando significativamente la proporción de empresas que aplican esta estrategia para los casos de Egipto y España.
- **Reutilización de baños:** se aportan los porcentajes efectivos correspondientes a España (50%), Egipto (15%), Marruecos (60%), Israel (20%), Siria (1%) y Túnez (10%) con órdenes de magnitud muy diversos, destacando significativamente la proporción de empresas que aplican esta estrategia para los casos de Israel, Marruecos y España.
- **Reutilización de disolventes:** se aportan los porcentajes efectivos correspondientes a España (10%) y Egipto (25%). En el caso de Marruecos, no se dispone del dato pero se declara que se trata de una práctica corriente. Para el resto de países, o bien no se efectúa reciclaje, o no se ha remitido información al respecto.
- **Prevención de caducidad:** se aportan los porcentajes efectivos correspondientes a España (70%) y Túnez (40%). Para el resto de países, o bien no se aplica esta práctica, o no se ha remitido información al respecto.
- **Cocinas automáticas de color:** se aportan los porcentajes efectivos correspondientes a Egipto (10%), España (70%), Israel (100%), Marruecos (2%) y Túnez (5%), destacando significativamente el caso de Israel.
- **Dosificación automática de auxiliares:** se aportan los porcentajes efectivos correspondientes a Bosnia-Herzegovina (6%), Egipto (50%), España (50%), Marruecos (30%) e Israel (100%), destacando significativamente el caso de Israel.
- **Recuperación de pastas de estampación:** se aportan los porcentajes efectivos correspondientes a España e Israel, destacando significativamente el caso de Israel con una proporción del 100%, frente al de España, de un 30%.
- **Optimización tamaño envases:** se aportan los porcentajes efectivos correspondientes a Egipto (3%), España (70%) e Israel (100%), destacando significativamente el caso de Israel.
- **Mantenimiento preventivo:** se aportan los porcentajes efectivos correspondientes a Egipto (10%), España (75%), Israel (50%), Marruecos (85%), Siria (50%) y Túnez (50%), destacando los casos de Marruecos y España.

- **Control "on-line" de proceso:** se aportan los porcentajes efectivos correspondientes a Egipto (10%), España (70%), Marruecos (99%) e Israel (100%), destacando estos dos últimos casos.
- **Depuración de aguas en origen:** se aportan los porcentajes efectivos correspondientes a Albania (10%), Bosnia-Herzegovina (26%), Egipto (20%), España (30%), Israel (100%), Marruecos (5%) y Siria (15%), destacando claramente el caso el de Israel.

### ***3.2.12. Existencia de legislación en materia ambiental en los países de la Región Mediterránea***

En la mayor parte de países existe ya en vigor un marco de legislación que abarca los distintos compartimentos ambientales, siendo las únicas excepciones las que se refieren al caso de Bosnia-Herzegovina que, por las circunstancias especiales del país, tiene en preparación un conjunto de leyes ambientales, de Albania (respecto a las aguas residuales y la contaminación de suelos), de Argelia (por lo que se refiere a las emisiones atmosféricas) y de Túnez (en relación a los residuos y la contaminación de suelos).

### ***3.2.13. Existencia de programas de ayuda y/o subvención en materia ambiental para las empresas del sector textil de los países de la Región Mediterránea***

En este apartado, de la información recibida cabe destacar, por una parte, la existencia de un importante programa de ayudas en Egipto, Marruecos y, en menor medida, en Bosnia-Herzegovina y España y, por otra, la total inexistencia de programas de este tipo en países como Albania, Israel, Siria o Libia (atribuyéndose la inexistencia de ayudas para este caso concreto al hecho que las empresas son de carácter estatal).

## 4. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE TINTURA, ESTAMPACIÓN Y ACABADOS

### 4.1. ENNOBLECIMIENTO TEXTIL

El Subsector de ennoblecimiento textil incluye todas aquellas industrias que tienen como actividad principal dotar al material textil de las características adecuadas para su utilización como producto intermedio o final.

Estas características son:

- Color y especificaciones técnicas del color (solidez)
- Brillo
- Textura
- Estabilidad dimensional
- Confeccionabilidad

En términos generales, se prepara el material para la tintura o el estampado, se tiñe o estampa y, posteriormente, se aplican los procesos de aprestos y de acabados.

Estos procesos vienen determinados por una serie de factores fundamentales, como son:

- Las fibras
- Los productos textiles (tipos de hilo y tipos de ligamento para formar los tejidos)
- Los colorantes
- Los productos auxiliares y los productos químicos
- La temperatura
- El tiempo de tintura
- La maquinaria empleada
- El agua (en calidad y cantidad)

La relación entre estos factores depende de las condiciones siguientes:

- Cada tipo de fibra requiere una determinada familia de colorantes.
- Cada tejido requiere unas condiciones de manipulación (en cuerda o al ancho) más idóneas.
- Al sistema formado por la fibra, el colorante, y el tipo de máquina, le corresponde un ciclo de variación de temperatura con el tiempo y unas condiciones fisicoquímicas concretas de la solución acuosa de tintura (pH, potencial redox, conductividad, etc.), que en conjunto deben optimizarse en cada caso.
- La maquinaria textil condiciona el tipo de producto textil y las temperaturas del ciclo de tintura utilizables.
- El agua afecta al resto de los factores.

El proceso de tintura se puede optimizar variando los parámetros para obtener una tintura de máxima calidad al menor coste posible.

Los sistemas de tintura son numerosos y comprenden desde procesos por partidas (lotes de peso y longitud definida) a procesos semicontinuos (al ancho o en cuerda) y procesos continuos (al ancho o en cuerda).

Dependiendo de las fibras y de los colorantes utilizados la tintura se efectúa entre 20 ° y hasta 135 °C en los sistemas de alta temperatura.

### **Tipos de fibras**

Según su origen, las fibras se pueden clasificar en:

- Fibras naturales: son fibras que tienen un origen vegetal o animal como el algodón, la lana, la seda.
- Fibras químicas de polímero natural: se denominan de esta forma las fibras que se obtienen artificialmente a partir de un polímero natural como es la celulosa. Son fibras artificiales el rayón, el acetato de celulosa, etc. En adelante en este documento se denominarán celulósicas.
- Fibras químicas de polímero sintético: se obtienen mediante síntesis orgánica de derivados petroquímicos. Tienen una estructura polimérica y entre ellas destacan el poliéster, la poliamida, las fibras acrílicas, las poliolefinas y las fibras spandex.

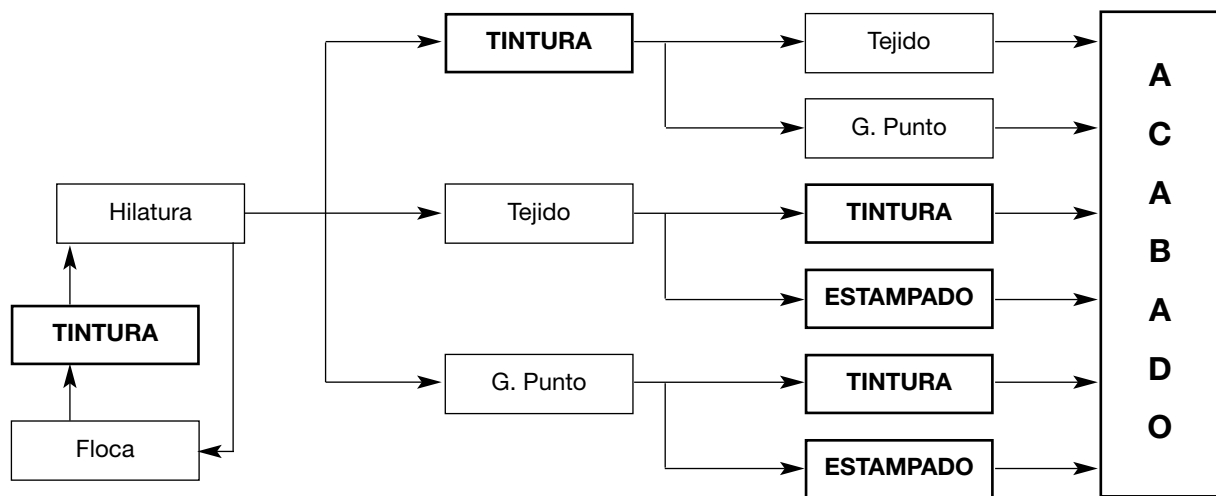
### **Productos textiles**

La tintura de fibras textiles puede realizarse sobre productos intermedios o productos finales.

A continuación se describen los productos más significativos:

- Cable: reunión paralela de un elevado número de filamentos, generalmente destinado a ser convertido en fibra cortada.
- Floc: fibras de una longitud de 2 a 30 cm.
- Flock: fibras de longitud inferior a 1 mm.
- Cintas y mechas: reunión de fibras procedentes del cardado, del peinado o de las mecheras.
- Multifilamento paralelo / Multifilamento texturado.
- Hilo: generalmente resultado del estirado con torsión de una mecha adecuada. Se presenta en madeja o en bobina.
- Plegador de urdimbre: disposición paralela en forma de plegador de todos los hilos necesarios para fabricar un tejido de un ancho predeterminado.
- Tejido de calada: estructura textil laminar generalmente formada por entrelazamiento ortogonal de unos hilos de urdimbre, con unos hilos de trama.
- Género de punto: estructura textil laminar formada por entrelazamiento de uno o más hilos sobre la estructura base de la malla.

## ENNOBLECIMIENTO: TINTURA, ESTAMPACIÓN Y ACABADOS



### 4.2. PROCESOS DE TINTURA Y ACABADOS

Se presentan los fundamentos de los procesos de tintura y acabados más habituales. Para cada proceso, se analizan las operaciones unitarias y auxiliares más frecuentes y se identifican las materias primas y aditivos químicos comúnmente utilizados.

La mayoría de las operaciones son “en húmedo” y tienen lugar en un recipiente o cuba lleno de líquido (habitualmente agua), en el que se han disuelto o están en suspensión las materias primas y aditivos en los que se sumerge el material textil. Seguidamente, este material es prensado para eliminar el exceso de líquido, que se devuelve al recipiente para ser reutilizado.

A continuación, se realizan las operaciones de lavado para eliminar restos de aditivos, que no se desea que permanezcan en el material para no entorpecer las operaciones posteriores.

No se tratan en este capítulo las operaciones de escalonado de colores, limpieza y preparación de la instalación, vaciados, drenajes, enjuagues de la propia maquinaria que se efectúan normalmente antes de los procesos.

La maquinaria que se utiliza depende del tipo de operación y de la forma de presentación del material textil.

#### 4.2.1. Preparación

La preparación son todas las operaciones previas a la tintura, cuya finalidad es asegurar las propiedades físicas y químicas tanto de los textiles acabados como, en determinadas situaciones, de los productos intermedios, favoreciendo las reacciones posteriores que tienen lugar en la tintura.

Por este motivo algunas de estas operaciones pueden ser consideradas similares a los acabados y, en realidad, no se diferencian mucho de éstos.

Las operaciones de preparación tienen por tanto la finalidad principal de limpiar los materiales textiles de las impurezas que presentan o darles cualidades y características especiales.

Entre las operaciones de preparación destacan:

- Mercerizado
- Descrudado
- Desengrasado
- Carbonizado
- Batanado
- Chamuscado
- Desaprestado
- Termofijado
- Lavados químicos
- Lavados con disolventes
- Blanqueo químico
- Blanqueo óptico

#### **4.2.2. Descripción del proceso de tintura**

Destinado a modificar el color de un elemento textil, en cualquiera de sus presentaciones, a través de la aplicación de una materia colorante, tanto en un procedimiento en continuo, como por lotes o “batch”. En cualquiera de los dos casos, un objetivo a conseguir es el agotamiento del baño y la fijación del máximo colorante posible al tejido o elemento textil, para limitar las pérdidas del colorante en los lavados posteriores, y durante su uso.

La aplicación de cualquier colorante puede describirse con las fases siguientes:

- Primera etapa: transporte del colorante desde el baño de tintura hasta la superficie de la fibra.
- Segunda etapa: difusión o migración de las moléculas de colorante desde la superficie de la fibra hasta el interior de la materia que hay que tintar.
- Tercera etapa: fijación del colorante en los puntos reactivos de la estructura molecular de la fibra.

#### **Tintura por lotes o discontinua**

En el caso de la tintura discontinua, también llamada por agotamiento, se procede a la inmersión de un peso de tejido o de hilado, normalmente entre 100 y 1.000 kg, en el baño de tintura, que contiene la solución del colorante los productos auxiliares y los productos químicos. Dada la afinidad de los colorantes por las fibras, las moléculas presentes en la solución son incorporadas por las fibras, en una transferencia que puede requerir desde minutos hasta horas.

La utilización de aditivos auxiliares químicos, así como el control del entorno del baño (variables físicas, básicamente la temperatura) puede acelerar esta operación y optimizarla. Una vez el co-

lorante se ha fijado a la fibra, ésta es sometida a un lavado posterior en el que se elimina tanto el colorante que no se ha fijado, como los productos auxiliares empleados para favorecer la fijación.

#### *Teoría del agotamiento del baño*

El agotamiento máximo a que puede llegar un colorante dado, está relacionado con la afinidad del colorante por la fibra y la relación de baño con la que se trabaja, con la ecuación siguiente:

$$E = \frac{K}{K+L}$$

En donde:

E= agotamiento

K= afinidad del colorante

L= relación de baño

La afinidad del colorante se define:  $K = C^f / C^s$

$C^f$ = concentración del colorante en la fibra

$C^s$ = concentración del colorante en la solución

Valores, ambos, obtenidos en la fase de equilibrio a T= cte.

El valor de K puede variar entre 50 y 1.000 para diferentes combinaciones de fibra y colorantes.

Los valores prácticos de L oscilan entre 5 y 30 en función de la forma de aplicar el baño y de la maquinaria utilizada. (de 1 kg género textil / 5 l baño, a 1/30).

Con estos valores, se obtiene un coeficiente E de agotamiento entre 0,5 y 1, es decir, entre el 50% y el 100%.

De acuerdo con este planteamiento, si se incrementa la relación de baño, el agotamiento se reduce y, por lo tanto, se incrementa la concentración residual del baño agotado.

Este efecto se hace mayor en aquellos colorantes que presentan una baja afinidad. De aquí la importancia del conocimiento del valor de la afinidad y de una correcta operación.

Es decir, para reducir el contenido en colorante de las aguas vertidas deben seleccionarse colorantes con elevada afinidad o reducir la relación de baño si la afinidad es baja.

Un mismo colorante puede presentar afinidades distintas para una u otra fibra y, consecuentemente, la generalización del agotamiento asociado a cada colorante es de gran dificultad, y requiere ensayos sistemáticos en los laboratorios de cada industria.

#### *Maquinaria utilizada*

**Armarios:** la materia textil (hilado en forma de madejas) está estática sobre un soporte, el baño en movimiento está impulsado por una bomba y el recinto está a presión atmosférica.

**Autoclave:** igual que en el caso anterior, la materia textil permanece estática y el baño de tintura está en movimiento. Consiste en un recipiente cilíndrico vertical u horizontal con unos soportes en los que se coloca el diferente material textil, hilatura, floca o tejido. El baño atraviesa el material impulsado por una bomba de circulación. El recipiente está cerrado y se trabaja a presión.

### **Tintura en continuo**

En el caso de la tintura en continuo, los materiales textiles son alimentados de forma continua a una instalación de tintura, a una velocidad comprendida entre los 50 y los 250 m/min. La instalación consta de una primera etapa de incorporación del colorante, seguida por la adición de los auxiliares químicos, aplicación de calor para favorecer la fijación y, posteriormente, lavado de los excedentes, como en el caso de tintura discontinua, aunque en este caso en instalaciones continuas de lavado.

La fijación de los procesos continuos es mucho más rápida que en el tintado por lotes, pero requiere procesar un mínimo de 10.000 metros. No obstante, actualmente, pueden encontrarse en el mercado máquinas capaces de tintar de forma continua longitudes de tela de sólo 2.000 metros.

### *Maquinaria utilizada*

**Barca torniquete:** se utiliza para la tintura de tejido a la cuerda. Se denomina cuerda al paso del tejido por una argolla, uniendo los extremos. El tejido está en movimiento, mientras que el baño es estático. Se compone de un cilindro de sección trapezoidal, un elemento motriz, que efectúa la traslación del tejido, y unas barras de separación de la cuerda que evitan las malformaciones y atascos. Actualmente esta máquina se sustituye por Jets y Overflows.

**“Jigger”:** es una máquina que se emplea para la tintura de tejido “a lo ancho” mediante unos rodillos que lo enrollan y desenrollan, haciéndolo pasar por el baño, mientras el baño está estático. Pueden ser atmosféricos para trabajar a 100 °C, mientras que los que trabajan a presión pueden alcanzar los 145 °C.

**“Jet”:** es una máquina de teñir a la cuerda. El tejido se pone en movimiento por la acción de una tobera (de aquí la denominación jet), por donde pasa el baño, donde están en movimiento simultáneamente el baño y el tejido. La velocidad elevada que la inyección da al baño produce una turbulencia que facilita la penetración de la solución de colorante hacia el interior del tejido y da una buena igualación a la tintura, en tiempos más cortos, y con menor consumo de agua que en las anteriores barcas de torniquete.

**“Airflow”:** es similar a un “jet” pero con la impulsión de una mezcla de aire y solución de colorante, que permite un tratamiento más delicado del tejido. El consumo de agua es mucho más reducido, ya que sólo se introduce la cantidad necesaria de tintura, eliminando el concepto de acumulación del baño.

**“Overflow”:** el tejido y el baño están en movimiento. Igual que en los “jets” existe la acción del baño sobre el tejido, pero en este caso el tejido es arrastrado por una devanadora y no sólo por la acción de la tobera. Se suele emplear para tintura de muchos tipos de tejido en forma de cuerda, desde resistentes a delicados.



**“Foulard”**: esta máquina universal tiene la función de impregnar el material textil con cualquier líquido. Se describe en este apartado para presentar el “Pad-steam”.

**“Pad-steam”**: esta máquina aplica un vaporizado a una impregnación de colorante en máquina “foulard”. De esta manera, se fija el colorante sobre la fibra en un corto período de tiempo. Se utiliza frecuentemente en tintura de fibras celulósicas.

El proceso de tintura puede ser aplicado a cualquier etapa del estado del elemento textil y a cualquier tipo de materia.

Seguidamente, se muestra una tabla de todas las combinaciones posibles de aplicación de tintura.

**Tabla 6: Combinación de posibles operaciones de tintura**

TIPO DE ELABORADO TEXTIL	CLASE DE FIBRAS
Floca e hilado	Algodón y mezclas
	Lana y mezclas
	Celulósica y mezclas
	Fibras sintéticas y mezclas
Tejido	Algodón y mezclas
	Lana y mezclas
	Celulósica y mezclas
	Fibras sintéticas y mezclas
Género de punto	Algodón y mezclas
	Lana y mezclas
	Celulósica y mezclas
	Fibras sintéticas y mezclas
Prenda	Algodón y mezclas
	Lana y mezclas
	Celulósica y mezclas
	Fibras sintéticas y mezclas
Polímero en masa	Fibra sintética

### 4.2.3. Colorantes utilizados en el proceso de tintura

Las familias de colorantes utilizadas para la tintura de hilados, tejidos y géneros de punto son los siguientes:

#### Colorantes directos

La operación de tintura con un colorante directo consiste en poner en contacto la fibra con el colorante disuelto en agua y calentar hasta ebullición. Para favorecer la operación se suele añadir un electrolito neutro, como el cloruro o sulfato sódico, y productos de tipo tensioactivo (humectan-

tes, igualadores, etc.). Los colorantes directos pertenecen a varias familias de compuestos químicos, y se caracterizan por ser compuestos orgánicos aromáticos conteniendo grupos sulfónicos que actúan de solubilizantes.

Químicamente, los colorantes directos pertenecen a los siguientes tipos:

- Colorantes azoicos
- Derivados de aminas del difenilo, como bencidina, estilbena, arildiaminas, ureicos, amídicos
- Colorantes tiazólicos

### **Colorantes azoicos insolubles**

El fundamento de la tintura con colorantes azoicos insolubles se basa en la formación de pigmento coloreado sobre fibra, logrado al tratar el textil, generalmente en dos baños, con los dos componentes que forman el colorante. El primer componente, denominado desarrollador, es un derivado naftalénico que contiene grupos amino e hidroxilo.

En la actualidad se emplean como desarrolladores principalmente los derivados hidroxilados, por lo que dicha tintura también se conoce con el nombre de tintura con naftoles.

La materia textil impregnada del desarrollador se introduce un segundo baño en una solución de diazo que al reaccionar con el desarrollador produce el colorante azoico insoluble sobre la fibra. Este procedimiento de tintura da una extraordinaria solidez al lavado, muy superior a la de los colorantes directos propiamente dichos, aunque con costes de producción muy superiores.

### **Colorantes sulfurosos**

De constitución química no muy bien definida, reciben este nombre porque contienen azufre, generalmente formando una cadena ( $\text{Ar-S-S-Ar'}$  o  $\text{Ar-S-S-S-Ar'}$ ), pudiendo el azufre ser fácilmente oxidado a ácido sulfúrico. Los colorantes tradicionales, generalmente de bajo precio, contienen una elevada concentración de impurezas tales como sales, sulfuros y polisulfuros. En medio alcalino y en presencia de reductores, se transforman en leucoderivados solubles que son fácilmente absorbibles por las fibras.

La operación de tintura con estos colorantes consta de las siguientes etapas:

- Disolución del colorante empleando un agente reductor: sulfuro sódico, bisulfuro sódico, sulfuro amónico, hidrosulfito sódico o glucosa.
- Tintura con adición de un electrolito neutro, como cloruro sódico y agentes humectantes.
- Oxidación del colorante absorbido en la fibra con sistemas oxidantes basados en bromatos, yodatos, cloritos, dicromato potásico (prácticamente fuera de uso), peróxidos u oxígeno.
- Tratamientos posteriores con sales metálicas, detergente, acetato sódico o con dicromato sódico y ácido acético para aumentar la solidez de los colores a la luz, lavado, frote, etc.

### **Colorantes sulfurosos tipo soluble**

Este tipo de colorante es una variante de los anteriores, sintetizados con grupos tiosulfatos. La formación de pigmento insoluble se realiza por reacción con polisulfuro sódico en un segundo baño. Estos colorantes son adecuados para su aplicación en continuo según la secuencia:

- Fulardado del colorante
- Secado del tejido
- Fulardado con polisulfuro sódico
- Lavado
- Jabonado

### **Colorantes tina**

De diferente constitución química (pueden ser derivados del índigo o de la antraquinona), son insolubles en agua, transformándose por reducción en medio alcalino en leucoderivados hidrosolubles con substantividad por las fibras textiles, sobre las que desarrollan el color primitivo por ulterior oxidación.

La operación de tintura con estos colorantes consta de las siguientes etapas:

- Reducción del colorante con hidrosulfito sódico, formaldehído o acetaldehído sulfoxilado, utilizando sosa cáustica como álcali.
- Tintura con adición de electrolito (sal común o sulfato sódico), agentes humectantes y agentes igualadores.
- Oxidación por lavado con agua fría o por tratamiento con agua oxigenada o dicromato potásico y ácido sulfúrico.
- Tratamientos posteriores de lavado y jabonado.

### **Colorantes reactivos**

Los colorantes reactivos son una de las familias de colorantes más utilizados para la tintura de tejidos de algodón, rayón y lino. Por sus características químicas inherentes, sólo una parte del colorante que se introduce en el baño de tintura reacciona químicamente con la fibra mediante un enlace covalente. El resto del colorante reacciona con el agua y se denomina colorante hidrolizado. Una parte de éste queda en las aguas residuales de la tintura y otra parte queda en el interior de la fibra pero sin buenas propiedades de solidez, por lo que debe ser eliminado en sucesivos jabonados y aclarados en caliente.

Son colorantes reactivos las familias de diclorotriazínicos, monoclorotriazínicos, tricloropirimidínicos, monoclorodifluoropirimidínicos, vinilsulfónicos, etc. La operación de tintura con estos colorantes consta de las siguientes etapas:

- Absorción, análoga a la tintura con colorantes directos.
- Reacción, en la que el colorante se combina químicamente con la fibra mediante un enlace covalente.
- Tratamientos posteriores para la eliminación del colorante hidrolizado.

La aplicación de estos colorantes se puede realizar en continuo o por lotes, que en el caso de hilados se suele realizar por empaquetado en autoclave.

La utilización de cualquiera de estos sistemas con colorantes reactivos implica el consumo de determinados productos químicos, como la sal. En algunos casos, en procesos a la continua, se utiliza urea por su carácter higroscópico.

Específicamente para la lana, las operaciones son:

- Tintura por agotamiento que puede utilizarse para floca, peinado, hilado en madejas y en tejidos.
- Tintura por fulardado-reposo en frío, aplicable solamente para género de punto.

### **Colorantes ácidos**

Estos colorantes tiñen la lana y las fibras proteicas en una solución ácida o básica. Se pueden clasificar en cinco grandes grupos:

- Azoicos
- Antraquinónicos
- Derivados del trifenilmetano
- Tipo azínico
- Tipo xanténico

Estos dos últimos, muy utilizados en la obtención de determinados matices.

En el proceso de tintura con estos colorantes se utilizan diversos agentes auxiliares como:

- Igualadores, que pueden ser compuestos aniónicos afines a la fibra o compuestos catiónicos o pseudocatiónicos afines con los colorantes, como por ejemplo, aceites de ricino sulfatado, ácidos oleico y polirricínico sulfatado o alquilarisulfonatos.
- Ácido acético o fórmico para agotar el colorante sobre la fibra.
- Sulfato sódico.
- Sulfato amónico.

### **Colorantes premetalizados**

Estos colorantes están constituidos por un átomo metálico al cual se unen una o dos moléculas de colorante generalmente ácido, que forman un complejo de coordinación con afinidad por las fibras proteicas y poliamídicas. El metal suele ser cromo, aunque también pueden contener otros como cobre, níquel, cobalto, etc.

Los tipos de colorantes premetalizados desarrollados son:

- Colorantes premetalizados 1:1, que tiñen en baño fuertemente ácido, formados por cromo y colorantes tipo azoico.
- Colorantes premetalizados 1:2, que a su vez se diferencian en:
  - Colorantes premetalizados 1:2, que tiñen en baño neutro y no contienen grupos solubilizantes iónicos, y en cuya aplicación se utilizan sales amónicas para mantener el pH.
  - Colorantes premetalizados 1:2, que contienen grupos solubilizantes iónicos y además del tampón de acetato o sulfato amónico requieren la adición de un igualador y ajuste de pH con ácido acético.

### **Colorantes al cromo**

Los colorantes de esta clase, también llamados cromatables o ácidos cromatables, necesitan el concurso de una sal de cromo para su perfecta fijación sobre la fibra, pudiéndose clasificar en los siguientes grupos químicos:

- Azoicos
- Antraquinónicos
- Trifenilmetanos
- Varios, como derivados de la tiazina, de las oxacinas y del xanteno

Las sales de cromo habitualmente empleadas son: dicromato potásico anhidro, dicromato sódico y cromato potásico.

El procedimiento depende de los colorantes utilizados y del tipo de material teñido. El dicromato puede aplicarse a la lana antes de la tintura (procedimiento de cromatado previo), con el colorante en el mismo baño (procedimiento de cromatado simultáneo) o después de la tintura (procedimiento de cromatado posterior). Estos procedimientos están en desuso y sólo se utilizan en algún caso muy concreto por el procedimiento "low chrome".

### **Colorantes dispersos**

Son compuestos orgánicos no iónicos casi insolubles en agua que se aplican en dispersión acuosa, respondiendo a las estructuras siguientes:

- Colorantes con grupos azo, principalmente monoazoderivados y algunos diazo, que abarcan una amplia gama de matices.
- Colorantes nitro-difenil-amina para amarillos y anaranjados.
- Colorantes antraquinónicos para anaranjados, verdes y azules.

Los dispersantes (agentes tensoactivos) utilizados en la preparación y aplicación de colorantes dispersos son:

- Ésteres del ácido sulfúrico, como alquilsulfatos de cadenas de 12-13 átomos de carbono, aceites sulfatados, ésteres y amidas sulfatadas.

- Derivados sulfónicos, en los cuales la cadena radical puede ser alquilo, alquilarilo, amidas, ésteres o ligninas. Entre los más usados tenemos los derivados del ácido  $\beta$ -naftalensulfónico y sus productos de condensación con formaldehído.
- Derivados oxietilenados, por ejemplo, alquilaril oxietilenados y alquilaminas oxietilenadas.

Los métodos de aplicación dependen de la forma como se encuentre la materia textil. Se puede teñir por agotamiento a alta temperatura, o con “carrier” a temperaturas de 100 °C. (Este último caso tiende a estar en desuso).

Tradicionalmente, en el caso del poliéster, después de la tintura a 130 °C, es necesario un baño reductor, que se realiza a temperatura inferior.

### Colorantes catiónicos

Los colorantes catiónicos son sales de bases orgánicas, muy numerosos y de estructura química muy variada, entre los cuales se incluyen:

- Derivados del di y trifenil-metano.
- Derivados de la difenil-amina que comprende una serie de colorantes de estructura sencilla pertenecientes a la familia de las azinas, oxazinas, tiazinas, indaminas, rodaminas, galocianinas, etc.
- Colorantes de tipo azóico o antraquinónico.
- Colorantes con estructura heterocíclica conteniendo nitrógeno cuaternario.

**Tabla 7: Combinación de los tipos de colorantes usados en distintas aplicaciones**

TIPOS COLORANTES	APLICACIONES											
	Algodón			Lana			Celulósicas			Sintéticas		
	F	T	GP	F	T	GP	F	T	GP	F	T	GP
Directos	X	X	X	-	-	-	-	X	X	-	-	-
Azoicos insolubles	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfurosos	X	X	X	-	-	-	X	X	X	-	-	-
Sulfurosos (tipo soluble)	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
Tina	X	X	X	-	-	-	-	X	X	-	-	-
Reactivos co (algodón)	X	X	X				X	-	X	-	-	-
Reactivos wo (lana)				X	X	X						
Ácidos	-	X	X	X	X	X	-	X	-	X	X	X
Premetalizados	-	X	-	X	X	X	-	X	-	-	-	-
Cromo	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-
Dispersos	-	X	X	-	-	-	-	-	-	X	X	X
Catiónicos	-	X	X	-	X	X	-	X	-	X	X	X

F: Fibra T: Tejido GP: Género de punto

#### **4.2.4. Procesos de corrección de color**

Los requisitos de calidad de los productos textiles son muy exigentes actualmente. Entre los requerimientos de mercado hay la exactitud en el color y la uniformidad en el aspecto. Aunque el laboratorio industrial desarrolla procesos con el objetivo "Right first time" (bien a la primera), cuando este objetivo no se alcanza, deben introducirse procesos de corrección:

- Corrección añadida
- Corrección de reoperación

##### **Corrección añadida**

Consiste en añadir colorante en el baño durante la operación de tintura o vaciar total o parcialmente el baño para sustituirlo por otro de nuevo.

##### **Corrección de reoperación**

Consiste en la repetición de toda la operación de tintura previo desmontado químico total o parcial de la misma cuando no se ha conseguido obtener la calidad necesaria. Normalmente, antes de repetir la operación se realiza un secado previo.

#### **4.2.5. Descripción del proceso de acabado**

Después de la tintura, se pueden efectuar al tejido tratamientos posteriores con el fin de conseguir, para el producto textil final, características especiales.

Las características del tejido pueden ser cambiadas por tratamientos físicos o mecánicos (procesos de acabado en seco) o por la aplicación de productos químicos (procesos de apresto en húmedo) existiendo en algunos casos resultados que pueden conseguirse tanto por una como por otra vía, como es el caso de la lustrosidad. En otros, sólo existe una vía posible, como en el caso de la impermeabilidad o de la ignifugabilidad.

Los tratamientos húmedos se basan principalmente en el revestimiento o impregnación de los tejidos con diferentes sustancias, que se pueden aplicar indistintamente a tejidos blanqueados o tintados.

Normalmente en los subprocesos de apresto en húmedo, se siguen las operaciones siguientes:

- Aplicación de los productos de apresto, por inmersión en un baño con el contenido de los productos químicos, y posterior exprimido en foulard; aplicación de aprestos por técnicas de impregnación mínima; por sistemas en espuma; por dispositivos de rasqueta, etc.
- Fijación por efecto de la temperatura.

## **4.2.6. Tipos de subprocesos de acabado**

### **4.2.6.1. Acabados mecánicos**

Se definen los acabados mecánicos más usuales:

#### **Termofijado**

Es un subproceso “seco” dirigido a estabilizar y a aportar propiedades adecuadas a los tejidos sintéticos, o a los que presentan una elevada proporción de material sintético. Cuando las fibras termoplásticas son termoestabilizadas, mantienen su forma y ancho a lo largo de las siguientes etapas de acabado, consiguiendo además propiedades físicas de resistencia y elasticidad que hacen la prenda más adecuada a su uso final.

#### **Cepillado y napado**

Son empleados para reducir la lustrosidad del tejido por roce sobre una superficie, cambiando la apariencia de los tejidos, rompiendo mediante pequeños ganchos algunas fibras individuales.

El napado también recibe el nombre de perchado.

#### **Suavizado o calandrado**

La calandra por efecto de temperatura y presión da lugar a que se suavice la superficie de la tela y se incremente su brillo. En la calandra, el tejido pasa entre dos o más cilindros, de los cuales uno es de acero, mientras que los otros son de material muy blando (normalmente superficie de contacto de algodón). El cilindro de acero también puede ser calentado empleando gas o vapor.

#### **Gofrado**

Es un efecto que se puede obtener en una calandra que disponga de un cilindro con motivos en relieve los cuales se transferirán a los tejidos.

#### **Efecto chintz**

Es uno de los efectos que se pueden obtener en una calandra con un cilindro microestriado que confiere un brillo característico a los tejidos tratados. La luminosidad puede ser conferida al tejido por aplicación de compresión a ambas superficies del tejido, que puede ser conseguido a través del paso del tejido entre dos cilindros de calandra. El brillo puede ser mejorado si los cilindros presentan estrías.

#### **Tundido**

El tundido iguala la altura de pelo o de fibras pasando el tejido por una máquina tundora. Cuando se trata de eliminar todas las fibras que sobresalen del tejido la operación se denomina arrasado.



## **Sanforizado**

A través del principio del encogimiento compresivo, se reduce la tendencia de la tela a encoger en su uso final, después de sucesivos lavados.

### **4.2.6.2. Acabados químicos**

Los aprestos químicos más habituales tienen funciones específicas: suavizado, hidrofugado, impermeabilizado, ignífugos, bactericida, etc.

Los principales subprocesos de acabado son los siguientes:

#### **Suavizado químico**

Se pueden utilizar distintos tipos de suavizantes:

- Suavizantes catiónicos como: sales de amonio cuaternario, amino ésteres y amino amidas
- Suavizantes no iónicos de tipo poliéster glicólico o poliéter glicólico
- Suavizantes reactivos como amidas de ácidos grasos y derivados de las triazinas

#### **Antiestático**

Tiene la misión de reducir la carga estática de las fibras sintéticas, a través del tratamiento con una solución acuosa de agentes antiestáticos (cloruro de magnesio, polietilenglicol y óxido de polialquilo).

#### **Ignífugo**

Tiene el objetivo de aumentar la resistencia al fuego de los materiales textiles con la aplicación de productos ignífugos (normalmente organofosforados y compuestos halogenados).

#### **Inencogible**

Se pretende conseguir que no disminuyan las dimensiones por causas externas, especialmente mediante lavado con agua. La operación consiste en la relajación del tejido en un medio acuoso, o por aplicación de productos químicos, normalmente resinas.

#### **Impermeable**

Consiste en un tratamiento de los tejidos por agentes hidrófugos, es decir, repelentes del agua (siliconas, fluorocarbonos, emulsiones de parafina con sales de aluminio y zirconio, resinas).

### **Inarrugable**

Cuya finalidad consiste en que los tejidos no se arruguen fácilmente durante su uso. Esto se consigue a través de un tratamiento con productos reticulantes-reactantes exentos de formaldehído libre que se pueden aplicar por secado y condensación térmica, o por polimerización después de confeccionar la prenda, entre otros.

### **Recubrimiento**

Consiste en la aplicación a los tejidos, por una o por las dos caras, de una capa plástica (PVC, PVA, PUR, copolímeros de acetato/cloruro de vinilo). Los recubrimientos se aplican térmicamente, en una capa, de manera que la fijación de la capa al tejido se produce por enfriamiento. Otras operaciones para el recubrimiento de materiales textiles son:

- Recubrimiento en polvo (resinas termoadhesivas para entretelas)
- Aplicación de recubrimiento en pasta
- Recubrimiento por transferencia

### **Tratamiento imputrescible, antipolilla y fungicida**

Consiste en el tratamiento de los tejidos con una solución acuosa que contiene entre 0,1-0,25% de agentes imputrescibles, antipolilla y fungicidas (hidrocarburos aromáticos clorados y compuestos orgánicos de cobre). El tratamiento antipolilla de la lana se hace durante el proceso de tintura.

## **4.3. PRINCIPALES PROCESOS DE TINTURA Y ACABADOS**

### **4.3.1. Tintura de fibras e hilados**

#### **4.3.1.1. Algodón y mezclas**

El proceso de tintura de fibras e hilados de algodón (ver Esquema n.º 1) consta de las siguientes operaciones:

- Descrudado
- Mercerizado (caustificado)
- Blanqueo químico y óptico
- Tintura
- Secado

### **Descrudado**

La operación de descrudado o limpieza tiene por objeto eliminar impurezas de tipo natural que contiene la propia fibra, como ceras, pectinas y hemicelulosas, y los ensimajes y aditivos incorporados en los procesos de hilatura.

Esta operación se realiza en sistemas continuos o discontinuos, mediante la acción de un álcali, como la sosa cáustica, sola o en presencia de productos detergentes para solubilizar y/o emulsionar las impurezas del algodón, secuestrantes y pequeñas cantidades de productos reductores, como el hidrosulfito sódico. El proceso discontinuo se realiza en una o dos etapas.

### **Mercerizado (caustificado)**

La operación de mercerizado consiste en someter al algodón a la acción de la sosa cáustica concentrada (28-30 ° Bé), para conferirle algunas características que no posee o las posee en niveles demasiado bajos, como es el aspecto brillante, la afinidad por los colorantes, mejor estabilidad dimensional, y aumento de un 15-20% de la resistencia mecánica del hilado.

Se realiza sometiendo los hilos a tensión, durante o después de la impregnación en sosa cáustica de 30 ° Bé a temperaturas inferiores a 20 °C y, posteriormente, se realizan lavados sucesivos hasta que la concentración de sosa ha descendido a valores que ya no modifican más el algodón. Para facilitar la impregnación del algodón se añaden también productos humectantes de tipo aniónico que pueden ser derivados fenólicos o no fenólicos, siendo estos últimos los más usados en la actualidad, a base de ésteres sulfúricos de alcoholes de peso molecular medio (4 a 12 átomos de carbono).

Finalmente se realiza el neutralizado de los restos alcalinos que todavía contiene el hilo, si la operación siguiente no debe realizarse a pH alcalino, generalmente con ácido clorhídrico o ácido sulfúrico.

Una variante muy utilizada de la operación de mercerizado es el denominado caustificado, que se realiza con una concentración de sosa inferior, 18 ° Bé, cuyo fin principal es incrementar la afinidad del algodón por los colorantes.

El caustificado no precisa realizarse en las propias máquinas de mercerizado.

### **Blanqueo químico y óptico**

La operación de blanqueo químico tiene como finalidad eliminar la coloración amarillenta, rojiza o parduzca que todavía presenta el algodón después de los tratamientos anteriores, mediante la acción oxidante de compuestos derivados del cloro o de peróxidos. Consiste en poner en contacto el tejido con la solución oxidante, convenientemente definida, a una temperatura y tiempo variables, según el proceso que se realice (agotamiento, fulardado-vaporizado, etc.) hasta conseguir la destrucción de las materias que colorean el algodón, con una mínima degradación de la fibra.

Los productos oxidantes que se suelen emplear son hipoclorito sódico, clorito sódico y agua oxigenada, que deben utilizarse en presencia de otros productos para regular el pH y estabilizar su descomposición.

Estos productos son de tipo alcalino como el silicato sódico, carbonato sódico, fosfato trisódico, sosa cáustica, etc. en caso de utilizar hipoclorito sódico o agua oxigenada. O de tipo ácido, como el fosfato monosódico, ácido fórmico, acético u oxálico, en el caso del clorito sódico.

En la operación de blanqueo se suelen utilizar, además de los productos mencionados previamente, blanqueadores ópticos cuya aplicación permite obtener grados de blanco y de solidez superiores. Basan su acción en el principio de la fluorescencia y deben presentar estructuras químicas con afinidad por cada una de las fibras a las que deseen aplicarse.

La mayor parte de los blanqueantes ópticos utilizados se puede encuadrar en las siguientes familias:

- Cumarínicos
- Estilbénicos
- Benimidazólicos
- De núcleo heterocíclico
- Derivados de ácidos naftaleno sulfónicos
- Otros

Después de la operación de blanqueo se efectúan una serie de enjuagues y aclarados para eliminar del textil todas las sustancias utilizadas y desarrollar totalmente el blanco de la fibra.

### **Tintura**

Las familias de colorantes utilizados para fibras de algodón, tanto cuando están solas como cuando están acompañadas por otras fibras, son los siguientes:

- Colorantes directos
- Colorantes azoicos insolubles
- Colorantes sulfurosos
- Colorantes tina
- Colorantes reactivos

Los productos auxiliares utilizados según el tipo de colorante se encuentran en la tabla del Esquema n.º 1.

### **Secado**

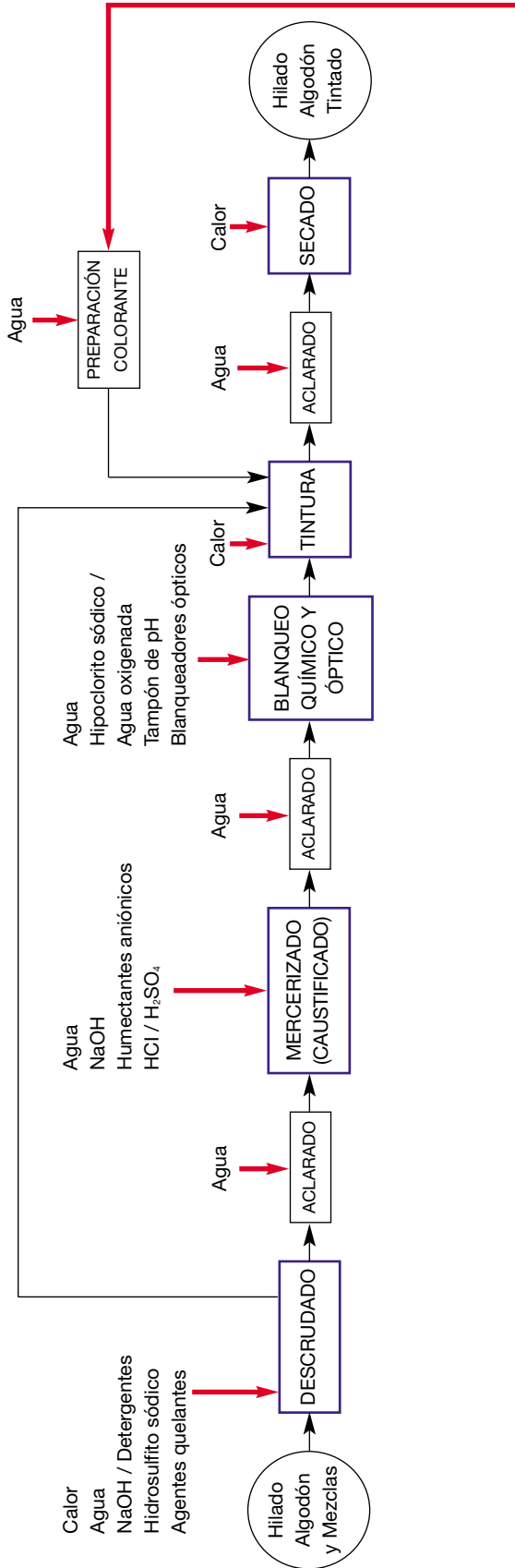
Después de la tintura, la última operación es el secado que, generalmente, se realiza en dos etapas:

- Eliminación mecánica de agua por hidroextracción.
- Secado propiamente dicho por aporte de energía térmica.

Los secadores pueden ser:

- Por convección (tipo cámara)
- Por contracorriente (tipo cinta perforada en túnel)
- Por radiaciones de alta frecuencia o microondas

Esquema n.º 1  
**ESQUEMA PROCESO TINTURA FIBRAS ALGODÓN Y MEZCLAS**



MATERIAS AUXILIARES SEGÚN TIPOS DE COLORANTES				
Directos	Azoicos Insolubles	Sulfurosos	Tina	Reactivos
Electrolito neutro Humectantes Igualadores	Ácido Detergente Humectante	Agente reductor Electrolito neutro Humectante Oxidante Detergente Acetato sódico	NaOH Hidrosulfito sódico Electrolito neutro Humectantes Igualadores Oxidantes Detergente	Electrolito neutro (NaCl principalmente, o Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) Humectante Alcali (NaOH, NaHCO <sub>3</sub> o Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )

#### 4.3.1.2. Lana y mezclas

El proceso de tintura de fibras de hilados de lana (ver Esquema n.º 2) consta de las siguientes operaciones:

- Preparación del peinado o hilado de lana y mezclas
- Tratamientos antienfiltrables del peinado
- Desgrasado
- Blanqueo químico y óptico
- Centrifugado
- Tintura
- Secado

#### Preparación del peinado o hilado de lana y mezclas

La preparación del peinado o hilado de lana o de lana y mezclas se realiza, en caso de que sea necesario, mediante una serie de operaciones de tipo mecánico como: mezclado y repeinado.

#### Tratamientos antienfiltrables del peinado

Los tratamientos especiales del peinado tienen por objeto reducir la tendencia de la lana a enfiltrarse durante el uso y lavado de las prendas y se efectúan normalmente sobre la lana destinada a géneros de punto, calcetines, jerseys, ropa interior o mantas. Todos estos tratamientos modifican la estructura superficial de la fibra de lana, afectando poco al resto de sus propiedades.

Los procesos utilizados en los tratamientos especiales del peinado se pueden dividir en los siguientes grupos:

- *Sistemas de cloración*, que son los más antiguos, entre las que se incluyen:
  - El procedimiento Negafel, que emplea hipoclorito sódico y ácido fórmico, con un posterior tratamiento anticloro.
  - Cloración gaseosa que consiste en someter la lana seca (humedad <10%) a la acción del cloro gas en ausencia de aire.
- *Sistemas de oxidación*, que son más recientes que los anteriores, entre los que se incluyen:
  - El procedimiento Dylan, con ácido permonosulfúrico seguido de un tratamiento con sulfito sódico.
  - El procedimiento W B-7, basado en el tratamiento de la lana con permanganato potásico en una solución concentrada de sulfato sódico y un tratamiento posterior con bisulfito sódico para eliminar el dióxido de manganeso depositado sobre la lana.
- *Sistemas de recubrimiento de fibras*:
  - Procesos basados en la aplicación de copolímeros de ésteres y ácidos metilacrílicos.

- Proceso Wurlan, basado en la polimerización interfacial de poliamidas, poliésteres, poliuretanos, etc.
- Proceso Lanaset y Resloom, consistente en depositar sobre la fibra de lana una resina termoendurecible, obtenida por reacción de la melanina y el formaldehído en presencia de catalizadores ácidos.

### **Desgrasado**

Las operaciones de desgrasado tanto de cintas de lana como de hilados de lana, se basan en el empleo de soluciones generalmente alcalinas de carbonato sódico y jabón. En el desgrasado, también se suelen emplear detergentes sintéticos como alcoholes grasos sulfatados, sales sódicas, y tensioactivos no iónicos, en concentraciones proporcionadas a la concentración de aceites y de otras sustancias hidrofóbicas sobre la fibra.

### **Blanqueo químico y óptico**

La operación de blanqueo químico, que tiene por objeto eliminar el color natural de la fibra de lana, se puede realizar mediante:

- Agentes reductores tales como anhídrido sulfuroso gas, anhídrido sulfuroso líquido, ácido sulfuroso, sulfito, bisulfito e hidrosulfito.
- Agentes oxidantes tales como agua oxigenada y persales.

Como en el caso del proceso algodonero (ver apartado 4.3.1.1.) en la operación de blanqueo de fibras e hilados de lana también se pueden utilizar blanqueantes ópticos del mismo tipo que los mencionados en dicho proceso.

### **Centrifugado**

La operación de centrifugado tiene por objeto la eliminación de gran parte de agua contenida en las fibras después de los tratamientos húmedos.

### **Tintura**

Las familias de colorantes utilizados para tintura de peinados e hilados de lana son:

- Colorantes ácidos
- Colorantes premetalizados
- Colorantes ácidos cromatables
- Colorantes reactivos

Los productos auxiliares utilizados según el tipo de colorante se encuentran en la tabla del Esquema n.º 2.

## **Secado**

Después de la tintura, la última operación es el secado, que generalmente se realiza en dos etapas:

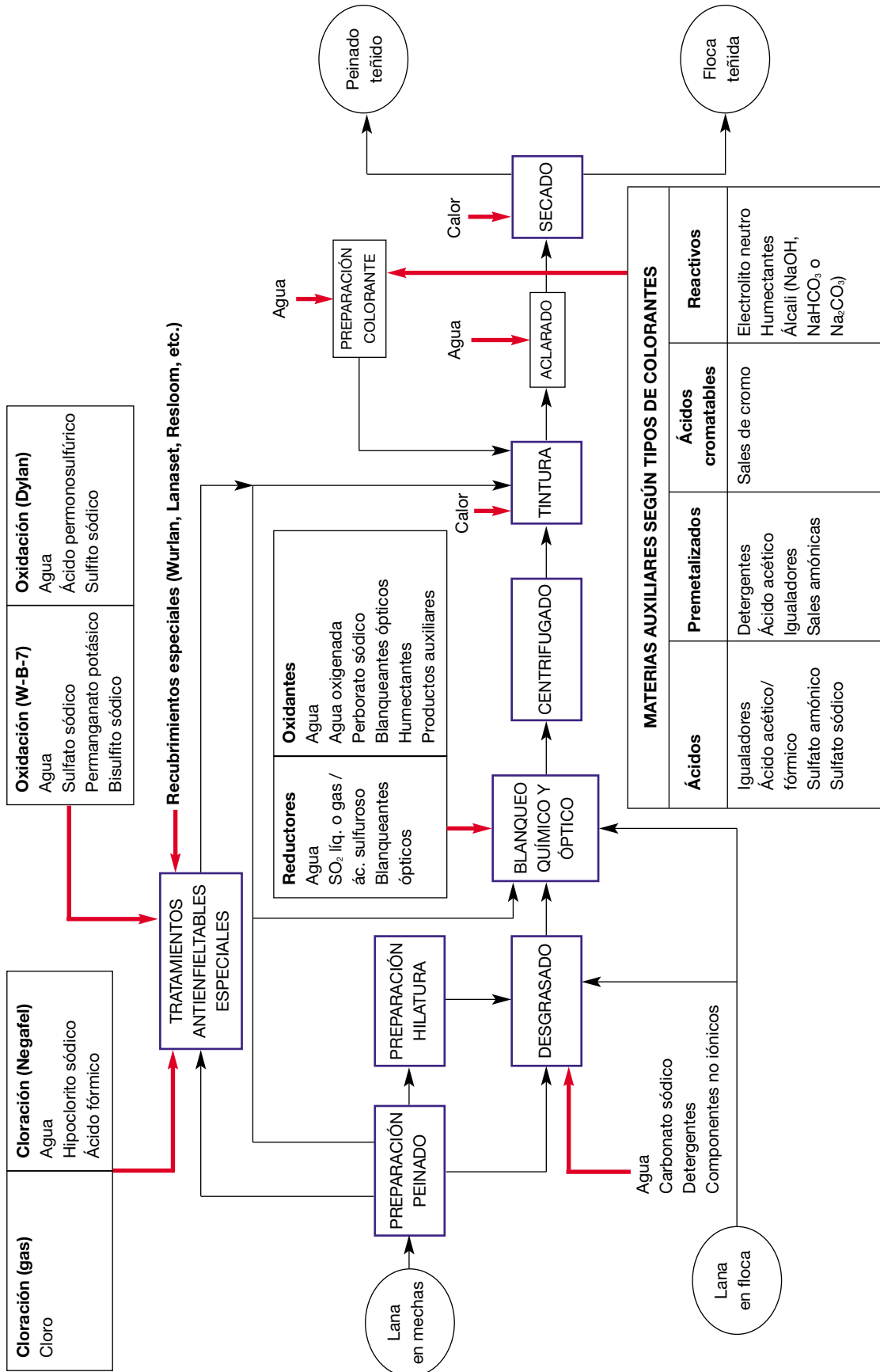
- Eliminación mecánica de agua (hidroextracción)
- Secado propiamente dicho por aporte de energía térmica

Los secadores pueden ser:

- Por convección (tipo cámara)
- Por contracorriente (tipo cinta perforada en túnel)
- Por radiaciones de alta frecuencia o microondas



Esquema n.º 2  
ESQUEMA PROCESO TINTURA FIBRAS LANA Y MEZCLAS



#### **4.3.1.3. Celulósicas y mezclas**

Las fibras de rayón pueden teñirse:

- En masa
- En hilatura (con mezclas)

La tintura en masa se realiza con el polímero en forma de gel durante la etapa de coagulación del polímero dentro del proceso de hilatura en húmedo que es como la productora de fibras denominada en la etapa de fabricación de un polímero la forma de filamento continuo.

Si la tintura se realiza con fibra cortada, la operación es similar al proceso de tintura de fibras de algodón (ver apartado 4.3.1.1).

Las operaciones son las siguientes (ver Esquema n.º 3):

- Descrudado o lavado
- Blanqueo químico y óptico
- Tintura y acabado
- Secado

##### **Descrudado o lavado**

Las fibras de rayón no contienen demasiadas impurezas y, en todo caso, son sustancias añadidas de tipo graso para facilitar el proceso mecánico de hilatura, fácilmente extraíbles. Por ello, el lavado previo en muchos casos no se realiza como operación separada y, en caso de realizarse, consiste en un lavado acuoso con tensioactivos aniónicos y carbonato sódico, seguido de un enjuague con agua con o sin adición de ácido acético.

##### **Blanqueo químico y óptico**

La operación de blanqueo sólo se realiza cuando el color final es blanco, debido a que las fibras de rayón presentan un grado de blanco elevado apto para su posterior tintura. Esta operación se efectúa mediante un blanqueo químico y óptico combinado, utilizando agua oxigenada en medio alcalino o cloruro de sodio en medio ácido y el blanqueador óptico, seguido de enjuague con agua.

##### **Tintura**

Los colorantes utilizados para tintura de hilados de fibras celulósicas son habitualmente los reactivos, que se aplican en más de un 30% de los casos. Le siguen en importancia los sulfurosos, directos y tina.

##### **Secado**

La operación de secado es similar a las realizadas para fibras de algodón e hilados de lana (ver apartados 4.3.1.1 y 4.3.1.2).

#### **4.3.1.4. Sintéticas y mezclas**

El proceso de fibras sintéticas (ver Esquema n.º 3) consta básicamente de las siguientes operaciones:

- Descrudado o lavado
- Vaporizado
- Blanqueo (sólo en casos necesarios)
- Tintura
- Secado

Las operaciones de descrudado, blanqueo y secado son idénticas a las de fibras celulósicas (ver apartado 4.3.1.3).

#### **Vaporizado**

La operación de vaporizado se debe aplicar a los hilados de fibras sintéticas solas o en mezclas con lana, algodón o celulósicas como tratamiento previo a la tintura. Su objetivo es liberar a las fibras sintéticas de las tensiones a las que han sido sometidas en el transcurso del estiraje en hilatura, y llevarlas por relajamiento térmico de las tensiones internas, a un estado de equilibrio que las proteja de toda deformación posterior.

#### **Tintura**

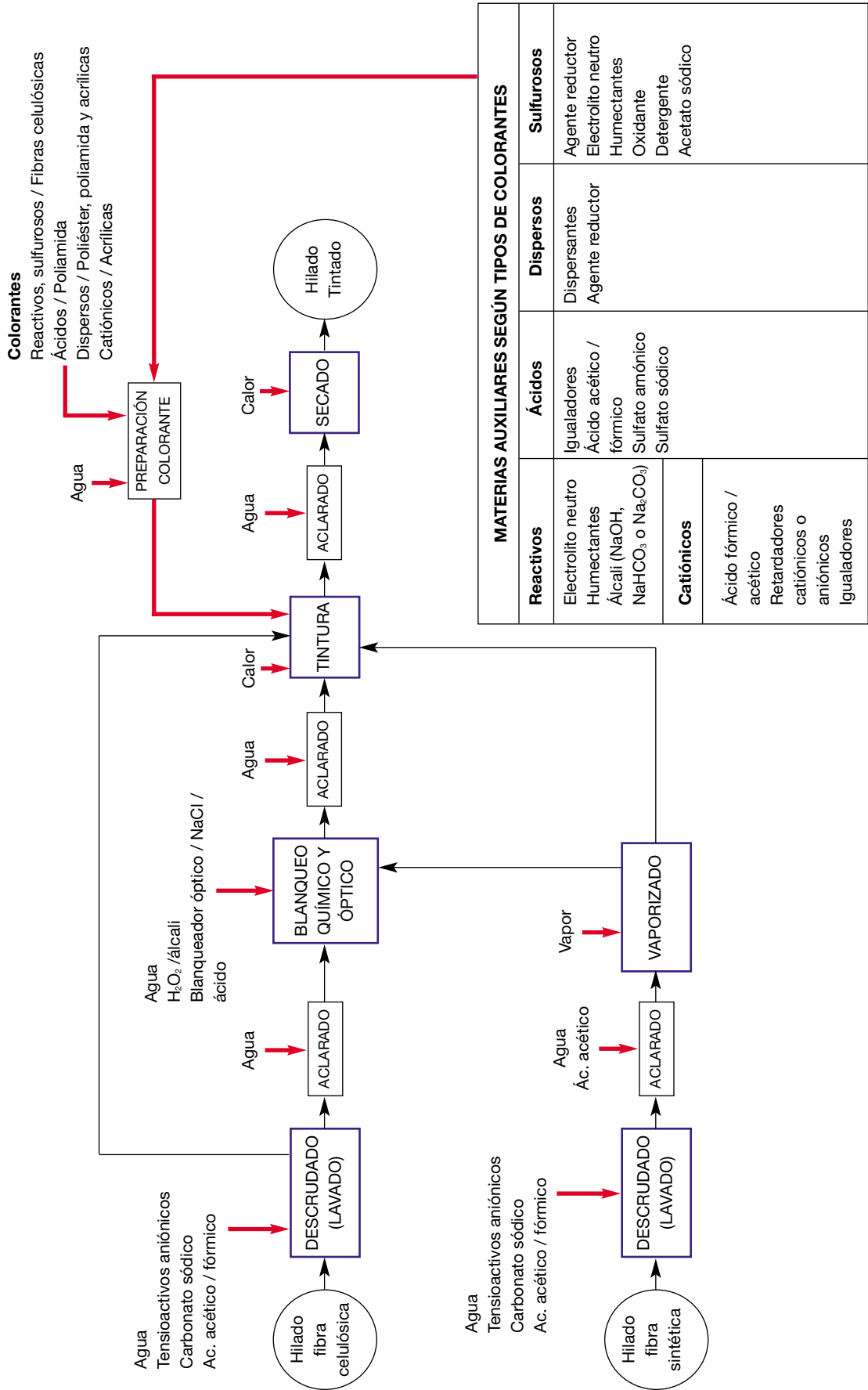
La operación de tintura de las fibras sintéticas se realiza utilizando colorantes específicos para cada tipo de fibra:

- Colorantes dispersos, para poliéster, poliamidas y acrílicas
- Colorantes ácidos, para poliamidas
- Colorantes catiónicos, para acrílicas

En el caso del poliéster o mezclas, posteriormente a la tintura suele realizarse un baño reductor para eliminar el colorante disperso que queda en la superficie de las fibras. Los componentes mayoritarios de dicho baño suelen ser:

- Sosa cáustica
- Hidrosulfito sódico
- Agente dispersante

Esquema n.º 3  
**ESQUEMA PROCESO TINTURA FIBRAS CELULÓSICAS / SINTÉTICAS**



## **4.3.2. Tintura y acabados de tejidos**

### **4.3.2.1. Algodón y mezclas**

El proceso de tintura y acabado de tejidos de algodón y sus mezclas (ver Esquema n.º 4) consta básicamente de las siguientes operaciones:

- Chamuscado
- Desaprestado
- Descrudado
- Mercerizado y aclarado
- Blanqueo químico y óptico
- Secado
- Termofijado
- Tintura y aclarado
- Secado final
- Acabado

#### **Chamuscado**

La operación de chamuscado también se denomina gaseado, quemado o soflamado, según el procedimiento utilizado. Tiene por objeto eliminar las fibrillas y vellosidades que sobresalen del hilado y también del tejido.

#### **Desaprestado**

La operación de desaprestado o desencilado tiene por objeto la eliminación de las colas añadidas a la urdimbre para su tisaje.

Los procedimientos de desencilado se seleccionan en función del tipo de encolado presente en el tejido:

- Desencilado de colas de almidón o fécula

Consiste en un tratamiento con enzimas de tipo amilasa para degradar el almidón o fécula, a pH adecuado y temperatura establecida. También se utiliza como producto desencilante el persulfato sódico.

- Desencilado de alcohol polivinílico (PVA), carboximetilcelulosa (CMC), (CMA), etc.

Por tratarse de colas hidrosolubles se eliminan directamente con un lavado de detergente a pH adecuado, según los casos.

- Desencilado de colas especiales, que siempre requiere instrucciones directas de su fabricante. Las colas especiales se emplean para conseguir altas eficiencias en tejeduría, por ejemplo en telares que insertan la trama mediante chorro de agua.

## **Descrudado**

La operación de descrudado del algodón tiene por objeto eliminar las impurezas de tipo natural que contiene la propia fibra consistentes en ceras, pectinas y hemicelulosas. El tratamiento se realiza en sistemas discontinuos o continuos mediante la acción de un álcali, como la sosa cáustica sola o en presencia de productos detergentes, para solubilizar y/o emulsionar las impurezas del algodón, secuestrantes y pequeñas cantidades de productos reductores, como hidrosulfito sódico. Se le denomina también hervido del algodón, y puede realizarse en un autoclave a temperatura de 100 °C a 130-140 °C, durante 2 a 8 horas en los procesos discontinuos. Se debe realizar un enjuague final con agua para extraer todas las impurezas separadas del algodón.

## **Mercerizado y blanqueo**

Las operaciones de mercerizado y blanqueo son similares a las descritas para el proceso de tincura de hilados de algodón (ver apartado 4.3.1.1).

## **Secado**

Si el tejido tiene una componente de fibras sintéticas, debe procederse a un secado para poder aplicar la operación de termofijado, a menos que el termofijado se realice como primera operación.

## **Termofijado**

La operación de termofijado se debe aplicar a todos los tejidos que contengan fibras sintéticas solas o en mezcla con naturales o artificiales, como tratamiento previo a los de tincura o estampación y como tratamiento final. Su objetivo es liberar a las fibras sintéticas de las tensiones a las que han sido sometidas en el transcurso del estiraje en hilatura y llevarlas, por relajamiento de las tensiones internas, a un estado de equilibrio que las proteja de toda deformación posterior.

Para que no se produzcan deformaciones en procesos en caliente posteriores es necesario que el tejido no sea sometido a un tratamiento a temperatura superior a la de realización del termofijado. Se realiza en un rame, con el tejido al ancho para posibilitar su relajación y fijación dimensional.

## **Tintura**

Las familias de colorantes utilizados para tincura de tejidos de algodón y mezclas son:

- Colorantes directos
- Colorantes azoicos insolubles
- Colorantes sulfurosos
- Colorantes sulfurosos tipo soluble
- Colorantes tina
- Colorantes reactivos

- Colorantes dispersos
- Colorantes ácidos
- Colorantes catiónicos
- Colorantes premetalizados

Los productos auxiliares utilizados según el tipo de colorante se encuentran en la tabla del Esquema n.º 4.

### **Secado final**

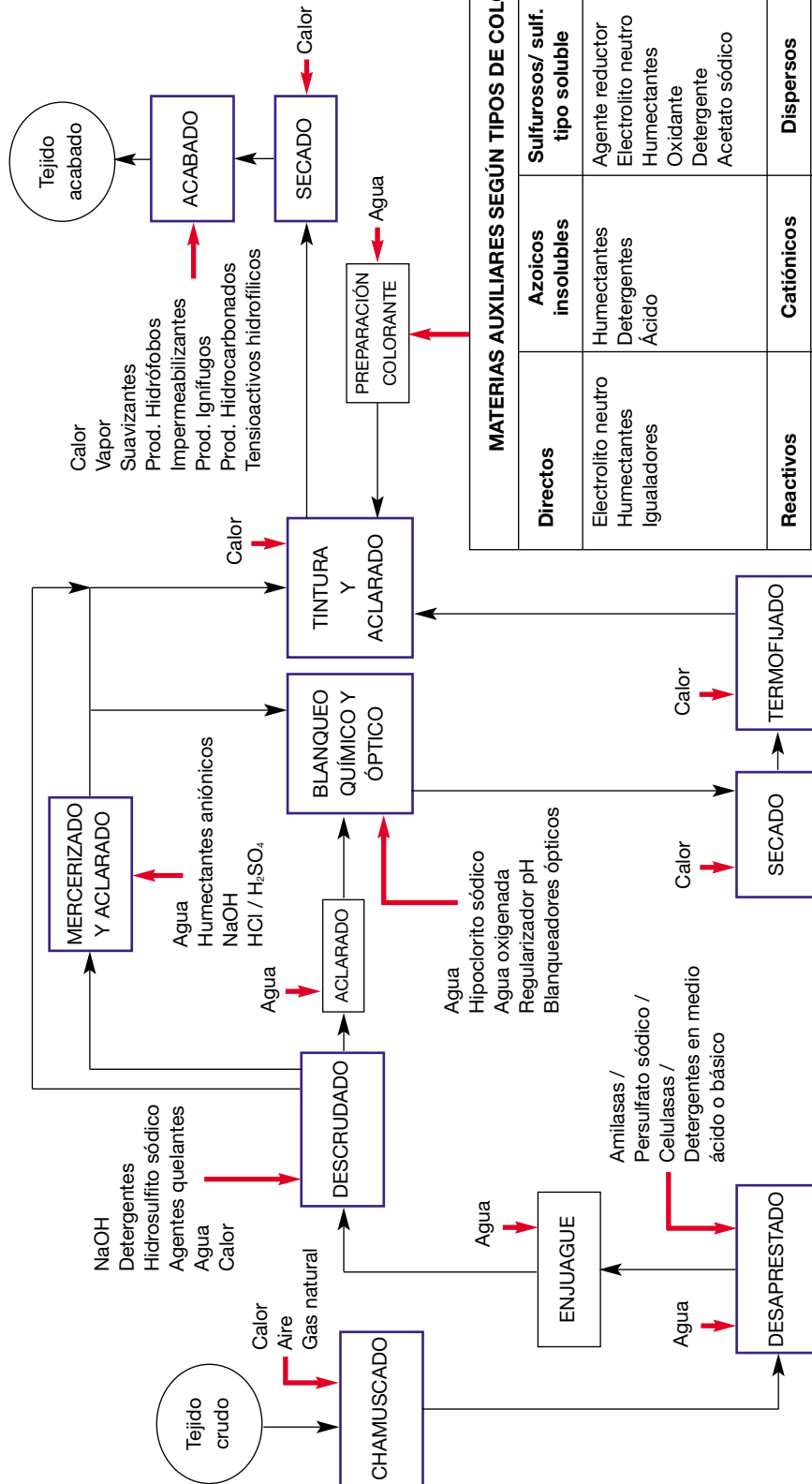
La operación de secado final es similar a las realizadas para fibras de algodón (ver apartado 4.3.1.1).

### **Acabado**

El tejido de fibra de algodón y sus mezclas admite cualquiera de los siguientes acabados:

- Mecánicos:
  - Calandrado
  - Tundido
  - Cepillado
  - Humectado
  - Perchado
  - Palmer
- Químicos:
  - Inarrugable
  - Impermeable
  - Suavizante
  - Hidrófugo
  - Wash and wear
  - Antimancha
  - Ignífugo

Esquema n.º 4  
**ESQUEMA PROCESO TINTURA Y ACABADO DE TEJIDOS DE ALGODÓN Y SUS MEZCLAS**



MATERIAS AUXILIARES SEGÚN TIPOS DE COLORANTES			
Directos	Azoicos insolubles	Sulfurosos/ sulf. tipo soluble	Tina
Electrolito neutro Humectantes Iguales	Humectantes Detergentes Ácido	Agente reductor Electrolito neutro Humectantes Oxidante Detergente Acetato sódico	NaOH Reductor Electrolito Humectantes Iguales Oxidantes Detergente
Reactivos	Catiónicos	Dispersos	Premetalizados
Electrolito neutro Humectantes Alcali (NaOH, NaHCO <sub>3</sub> o Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	Retardadores catiónicos o aniónicos Iguales Ácido acético / fórmico	Dispersantes	Detergentes Ácido acético Iguales Sales amónicas
		<b>Ácidos</b> Iguales Ac. acét./fórmico Sulfato amónico Sulfato sódico	



#### **4.3.2.2. Lana y mezclas**

El proceso de tintura y acabado de tejidos de lana y sus mezclas (ver Esquema n.º 5) consta, básicamente, de las siguientes operaciones:

- Carbonizado
- Lavado químico o con disolventes
- Fijado
- Batanado
- Blanqueo
- Termofijado
- Tintura
- Secado
- Acabado

#### **Carbonizado**

La operación de carbonizado tiene por objeto eliminar por vía química los restos de materias celulósicas que, a modo de impurezas, acompañan a la lana.

Se realiza impregnando la lana con ácidos minerales fuertes o con sales que generen estos ácidos, seguido de secado y posterior tratamiento a una temperatura de 105-115 °C.

El proceso de carbonizado de lana en continuo consta de las siguientes etapas:

- Impregnación con una solución acuosa de ácido sulfúrico y con adición de un agente humectante estable en medio ácido.
- Secado en dos cámaras, la primera a 60 °C y la segunda de 80 a 90 °C.
- Carbonizado en estufa a 105-110 °C.
- Batido en una máquina batidora para eliminar las partículas vegetales carbonizadas adheridas a la lana.
- Neutralización del ácido contenido en la fibra, seguida de un lavado a fondo para eliminar cualquier exceso de alcalinidad sobre la fibra.

#### **Lavado químico o con disolventes**

El lavado de los tejidos de lana es una operación que puede realizarse y repetirse en diversos momentos de la totalidad del proceso. Así, por ejemplo, se efectúan sobre la pieza saliendo del telar, sobre la pieza saliendo del batán, o sobre la pieza saliendo de la tintura.

Se utiliza siempre que sea necesario para eliminar residuos de sustancias extrañas, que no se hayan sacado aún de la fibra o que se hayan depositado en el tejido accidentalmente; o bien para neutralizar el mal olor que a veces tiene el tejido.

En tintura interesa especialmente el primer caso, o sea, el lavado sobre la pieza saliendo del telar. Esta operación consiste en la eliminación de las sustancias adicionales a la fibra de lana durante su proceso de hilatura y las que, eventualmente, se agregan en el encolado de los hilos de urdimbre para la tejeduría. Se trata de un proceso realizado, generalmente, de forma discontinua con el tejido en forma de cuerda.

Las soluciones empleadas en el lavado químico dependen del tipo de residuo o sustancia extraña que contenga el tejido y, en general, se pueden agrupar en dos tipos:

- Neutras, constituidas por agua a 80-90 °C para eliminar colas y dextrinas y detergentes de anión activo. Se emplean en el lavado de artículos teñidos con colorantes al ácido, que no pueden lavarse por procedimientos corrientes, puesto que la tintura se desmontaría.
- Alcalinas, formadas, en general, de carbonato sódico y jabón.

También puede efectuarse el lavado con disolventes para eliminar las grasas que incorpora la fibra, tanto residuales como aceites y lubricantes utilizados para facilitar el proceso de tisaje.

Los desengrasantes empleados en el lavado con disolventes son mezclas y emulsiones de disolventes de compuestos organohalogenados (tricloroetileno y percloroetileno). Estos disolventes agotados pueden regenerarse mediante un proceso de destilación.

## **Fijado**

La operación de fijado incluye una serie de procedimientos que tienen por objeto conseguir un determinado grado de estabilidad dimensional de la fibra de lana y sus manufacturados, hilos y tejidos, cuando éstos se someten a tratamientos posteriores en húmedo. Existen diferentes “grados de fijación”, según la intensidad del tratamiento, que dependerá del “grado de estabilidad” que se desee a los tratamientos posteriores en húmedo así, se pueden considerar los siguientes grados o tipos:

- Fijación cohesiva, que es el fijado que desaparece cuando el tejido se deja relajar en agua fría.
- Fijación temporal, que es el fijado estable a la relajación en agua fría, pero no lo es en agua caliente como operación previa a la tintura.
- Fijación permanente, que es el fijado estable a la relajación en agua caliente, como operación de acabado.

Los procedimientos industriales más empleados para efectuar el fijado de los artículos de lana, tal como se requiere como operación previa a los tratamientos de lavado o tintura, son dos: el fijado en máquina “crabbing” y el efectuado en máquina de “decatizar”.

- El fijado en máquina “crabbing” se efectúa haciendo pasar el tejido completamente al ancho a través del agua a ebullición, arrollándolo bajo presión en un cilindro de hierro que está previamente sumergido en agua a temperatura deseada (70-100 °C). Una vez arrollado, sigue girando en el agua hirviendo durante el tiempo necesario para lograr el grado de fijado que se desee. Finalmente, los tejidos se sumergen en agua fría para enfriarlos, manteniéndolos arrollados de

la misma manera. Las soluciones empleadas, pueden variar desde el agua hasta el jabón o el álcali, pero generalmente el tratamiento tiene lugar con agua sola.

- El fijado en la máquina decatizadora consiste en arrollar el tejido de lana acompañado por un tejido de algodón o poliéster, en un cilindro agujereado de cobre, para someterlo después a la acción de vapor. La intensidad de la fijación depende del tiempo que dure la acción del vapor, de la temperatura de éste, y del grado de enfriamiento efectuado sobre el tejido antes de desenrollarlo.

### **Batanado**

La operación de batanado, llamada también enfurtido o enfieltrado, consiste en un proceso de enredo progresivo de las fibras de lana propiciado por su superficie escamosa, originando un cambio dimensional de la pieza del tejido que se traduce en un aumento del espesor y disminución de longitud y anchura. Se aplica a tejidos de estambre y de lana cardada.

Se realiza en la máquina denominada batán, en la que el tejido, en cuerda sin fin es comprimido para facilitar el enfieltrado que se produce en presencia de humedad y un medio ácido o alcalino. Los valores idóneos para el fieltado en medio alcalino son pH 10 y 44 °C, y para el ácido pH 0,5 y 44 °C. En el fieltado alcalino se utiliza preferentemente jabón en lugar de hidróxido o carbonato sódico, pues actúa como lubricante facilitando considerablemente el movimiento de las fibras.

### **Blanqueo químico y óptico**

La operación de blanqueo de tejidos de lana y sus mezclas tiene características similares a las descritas en el apartado 4.3.1.2. para el proceso de tintura de fibras e hilados de lana.

### **Termofijado**

El termofijado de los tejidos mezcla de lana con fibras químicas tiene por objeto lograr una estabilidad dimensional de los mismos, a la vez que una fijación del ancho y del peso por metro cuadrado de tejido mediante un calentamiento hasta la temperatura de termofijado y posterior enfriamiento en el interior de la máquina rame.

### **Tintura**

Las familias de colorantes utilizados para tintura de tejidos de lana son:

- Colorantes catiónicos
- Colorantes ácidos
- Colorantes premetalizados
- Colorantes al cromo
- Colorantes reactivos para lana

Los productos auxiliares utilizados según el tipo de colorante se encuentran en la tabla del Esquema n.º 5.

## **Secado**

Como en el caso de otros procesos, la operación de secado se realiza, después de los tratamientos en húmedo, generalmente en dos etapas:

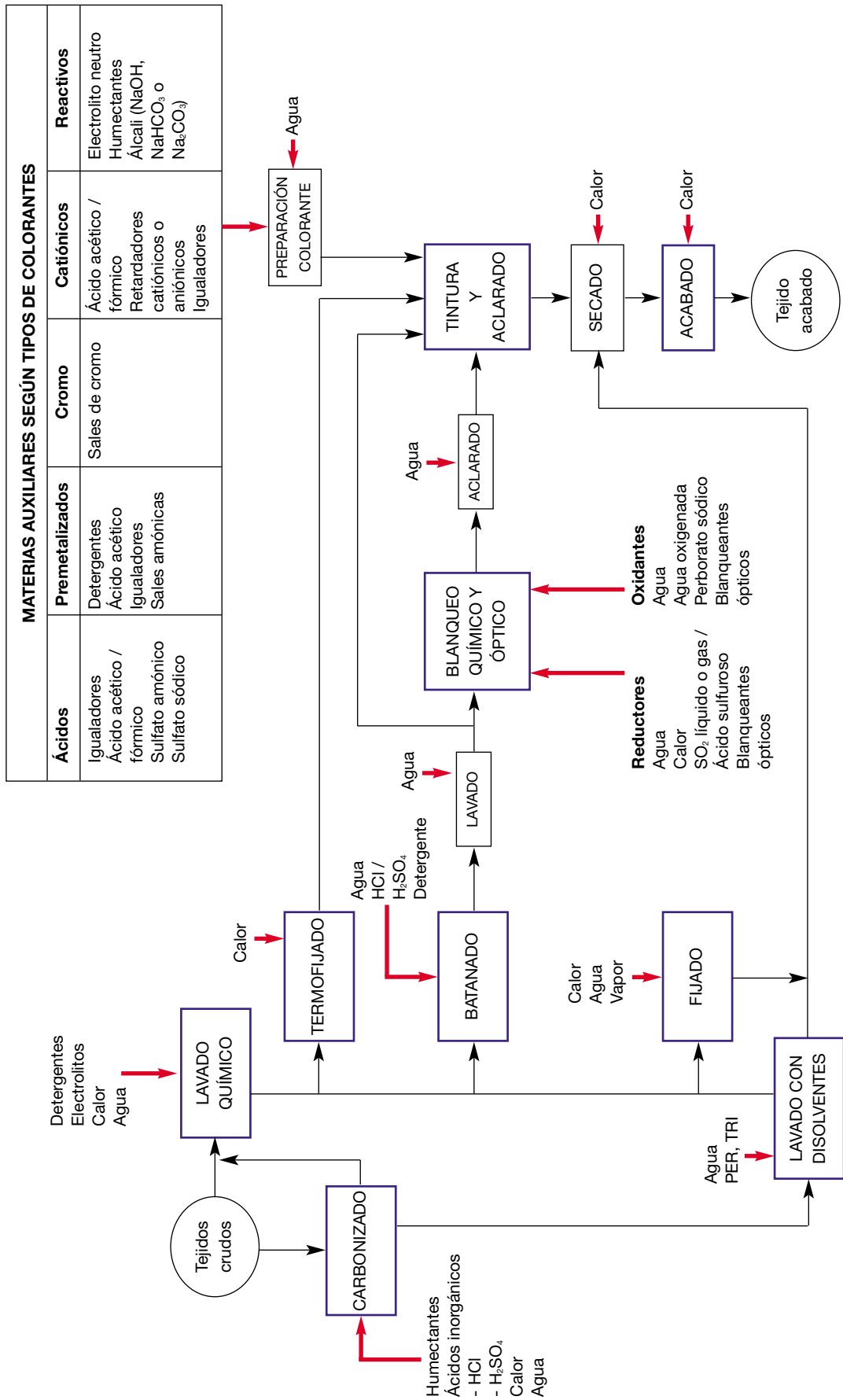
- Eliminación mecánica del agua
- Secado con aportación de energía térmica

## **Acabado**

El acabado es la última operación. En los tejidos de lana se suelen aplicar fundamentalmente, acabados de tipo mecánico como:

- Fijado permanente
- Perchado
- Tundido
- Cepillado
- Humectado
- Prensado
- Decatizado
- Calandrado

Esquema n.º 5  
**ESQUEMA PROCESO TINTURA Y ACABADO DE TEJIDOS DE LANA Y MEZCLAS**



### **4.3.3. Tintura y acabados de géneros de punto**

La producción de tejidos de punto requiere una lubricación eficiente de los elementos mecánicos de la máquina de tejer y de las agujas, cosa que implica que el hilo conducido por las agujas durante el proceso de fabricación arrastre y retenga parte de los lubricantes que se utilizan.

Según el tipo de fibras que forman el tejido de punto, el proceso de ennoblecimiento textil puede iniciarse por operaciones de lavado en medio acuoso, o por operaciones de tratamiento térmico, generalmente en rame, con el objetivo de estabilizar dimensionalmente el tejido de punto (termofijado).

#### **4.3.3.1. Algodón y mezclas**

Los géneros de punto destinados a ropa interior suelen ser de algodón 100% o con una elevada proporción de algodón, y una parte importante de ellos sólo se blanquea y recibe un acabado suavizante.

Las operaciones de tintura que pueden realizarse sobre prenda o sobre género de punto, siguen las mismas operaciones (excepto el desencolado) que en el caso de tintura de tejidos de algodón (ver apartado 4.3.2.1.). Por otra parte, el chamuscado, bastante habitual en los tejidos, no es tan frecuente en el género de punto.

Algunos textiles de género de punto de algodón, posteriormente, pueden ser sometidos a un proceso de estampación (ver apartado 4.4.).

#### **4.3.3.2. Lana y mezclas**

El proceso de tintura y acabado de géneros de punto de lana y mezclas (ver Esquema n.º 6) incluye las siguientes operaciones:

- Lavado/desgrasado
- Lavado con disolventes
- Blanqueo químico y óptico
- Tintura y aclarado
- Secado
- Acabado

##### **Lavado/desgrasado**

La operación de lavado o desgrasado de géneros de punto de lana y mezclas es similar a la descrita en el proceso de tintura y acabado de tejidos de lana y sus mezclas (ver apartado 4.3.2.2.).

##### **Lavado con disolventes**

Debido a las características grasas de la mayoría de las materias que contienen las fibras de lana, su eliminación también se realiza mediante un lavado con disolventes orgánicos clorados, funda-

mentalmente tricloroetileno o percloroetileno, en el que se emulsiona una pequeña cantidad de agua. El proceso de lavado puede realizarse por lotes o en continuo en instalaciones que incorporan sistemas de recuperación del disolvente por destilación.

### **Blanqueo químico y óptico**

La operación de blanqueo de tejidos de lana y sus mezclas tiene características similares a las descritas en el apartado 4.3.1.2. para el proceso de tintura de fibras e hilados de lana.

### **Tintura y aclarados**

Las familias de colorantes utilizados para tintura de géneros de punto de lana son:

- Colorantes catiónicos
- Colorantes ácidos
- Colorantes premetalizados
- Colorantes al cromo
- Colorantes reactivos

Los productos auxiliares utilizados según el tipo de colorante se encuentran en la tabla del Esquema n.º 6.

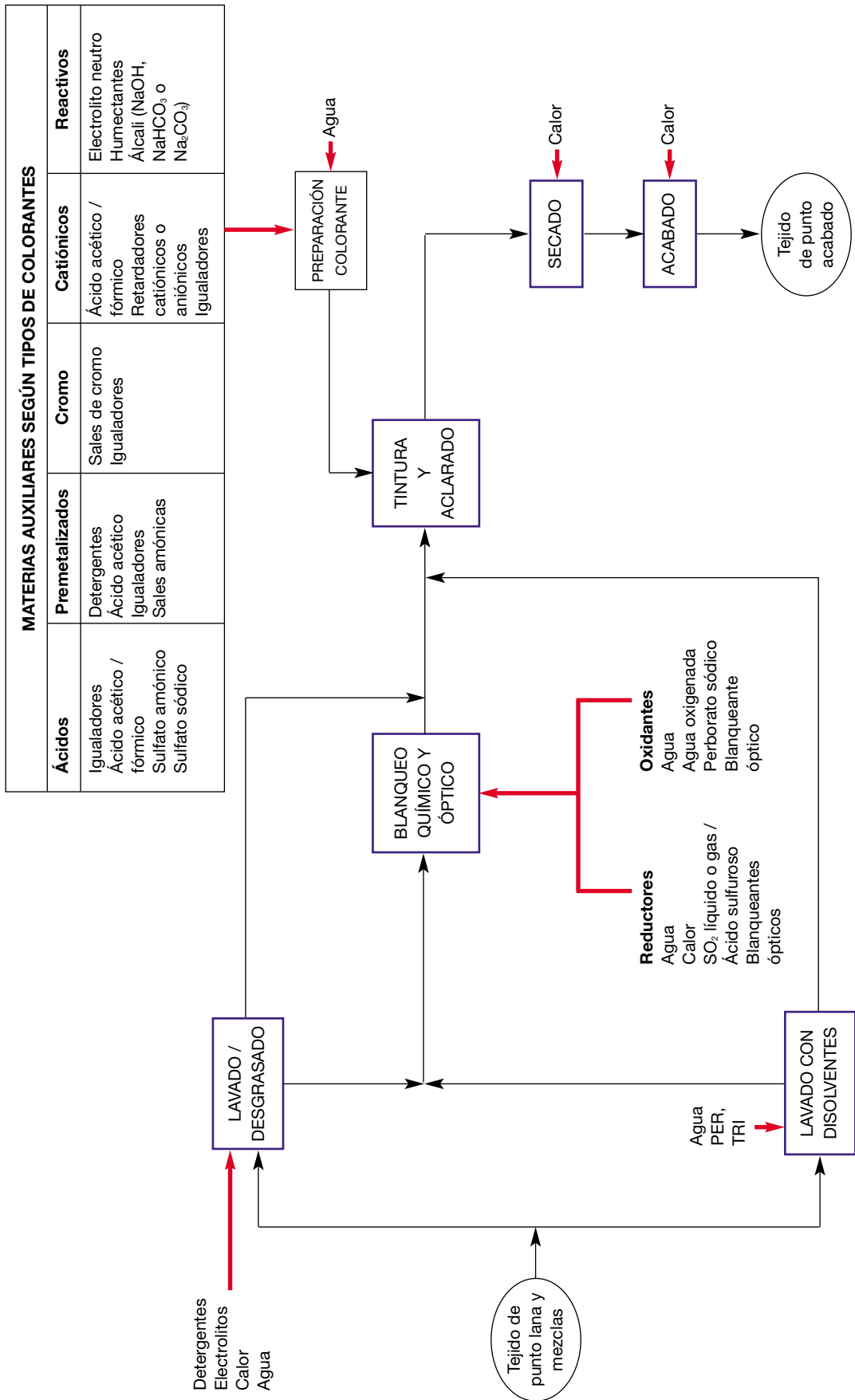
### **Secado**

Como en el caso de otros procesos descritos, la operación de secado se realiza después de los tratamientos en húmedo, generalmente en dos etapas. Los tipos de secadores utilizados son similares a los mencionados en el apartados anteriores de secado.

### **Acabado**

Por último, las operaciones de acabado de géneros de punto de lana y mezclas son de tipo mecánico al igual que los que se aplican a los tejidos de lana (ver apartado 4.3.1.2.).

Esquema n.º 6  
**ESQUEMA PROCESO TINTURA Y ACABADO DE GÉNEROS DE PUNTO DE LANA Y MEZCLAS**





#### **4.3.3.3. Celulósicos y mezclas**

El proceso de tintura de géneros de punto celulósicos y mezclas (ver Esquema n.º 7) incluye las siguientes operaciones:

- Descrudado
- Blanqueo químico y óptico
- Tintura
- Secado
- Termofijado
- Acabado

#### **Descrudado y blanqueo**

Las operaciones de descrudado y blanqueo son similares a las descritas para el proceso algodonero de tintura de peinados e hilados, en el apartado 4.3.1.1.

#### **Tintura**

Entre los tipos de colorantes utilizados en esta operación se incluyen:

- Colorantes directos
- Colorantes sulfurosos
- Colorantes sulfurosos tipo soluble
- Colorantes tina
- Colorantes reactivos

Los productos auxiliares utilizados según el tipo de colorante se encuentran en la tabla del Esquema n.º 7.

#### **Secado**

Como en el caso de otros procesos descritos, la operación de secado se realiza después de los tratamientos en húmedo, generalmente en dos etapas. Los tipos de secadores utilizados son similares a los mencionados en el apartado 4.3.2.1.

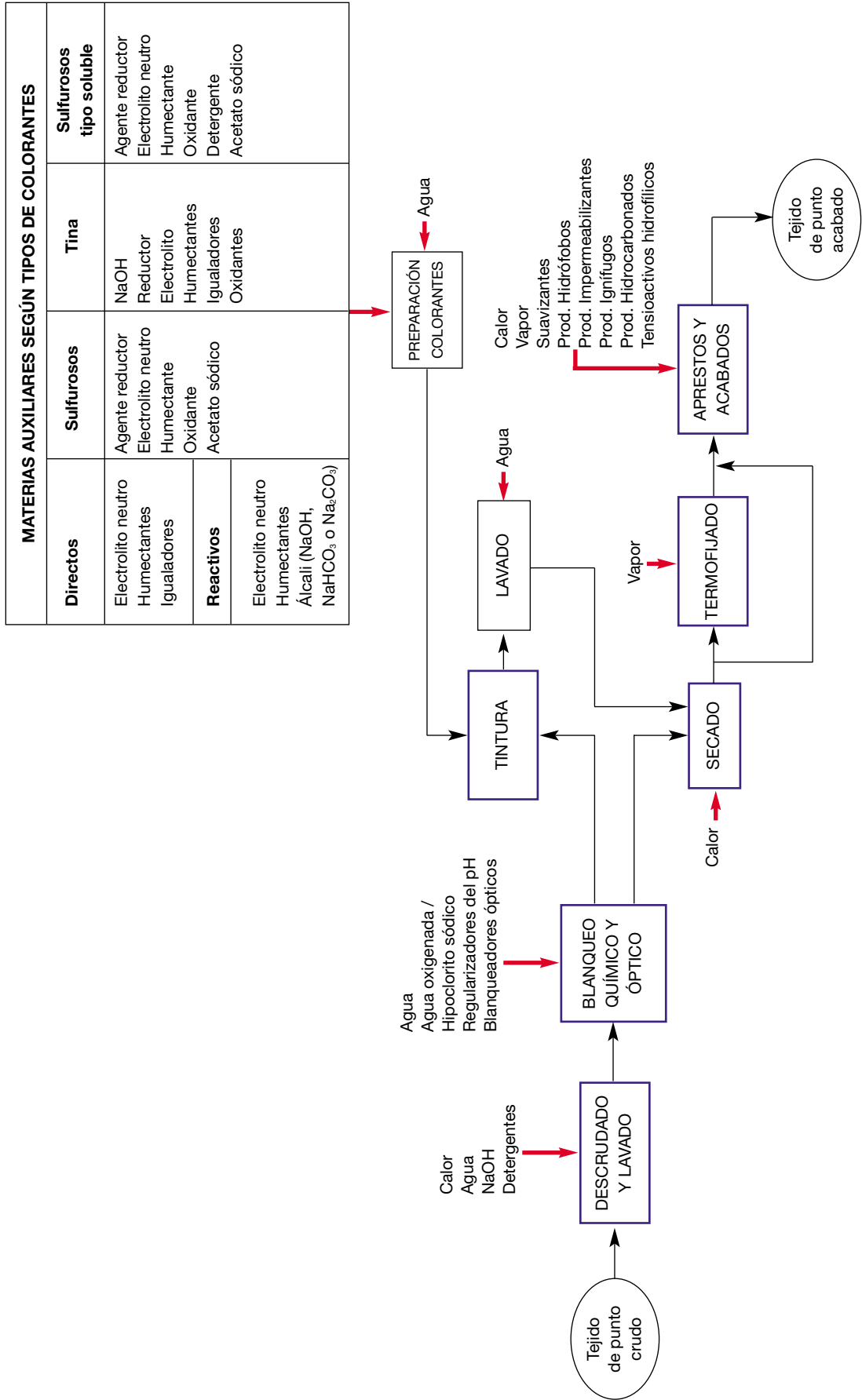
#### **Termofijado**

La operación de termofijado, como se comentó previamente (ver apartado 4.3.1.4.) se aplica a los tejidos de punto que contengan un porcentaje elevado de fibras sintéticas.

#### **Acabado**

Las operaciones de acabado de géneros de punto de celulósicas y mezclas, son similares a las descritas en el apartado 4.3.2.1. para el acabado de tejidos de algodón y sus mezclas.

**Esquema n.º 7**  
**ESQUEMA PROCESO TINTURA Y ACABADO DE GÉNEROS DE PUNTO DE CELULÓSICAS Y MEZCLAS**



## **4.4. PROCESOS DE ESTAMPACIÓN Y ACABADOS**

### **4.4.1. Descripción de los procesos de estampado**

La estampación es otro tipo de proceso en que se da color al tejido. Esta coloración no se hace de forma uniforme, sino en forma de dibujo con la utilización de diferentes tecnologías.

Las técnicas de estampación se clasifican en:

#### **Estampación directa**

Las pastas de estampación contienen los colorantes con los que se obtienen los distintos colores del tejido estampado. Generalmente se estampa sobre tejido blanqueado y preparado para estampación. La estampación directa comprende un conjunto de tecnologías:

- Estampación directa con colorantes solubles (la pasta de estampación contiene los colorantes adecuados a cada tipo de fibra que se estampa).
- Estampación directa con pigmentos (la pasta de estampación contiene ligantes y reticulantes capaces de fijar físicamente el pigmento a la mayoría de los tipos de fibras y mezclas).
- Estampación directa por transferencia (un papel previamente estampado por la técnica directa con tintas de colorantes dispersos sublimables, puesto en contacto con un tejido de poliéster, por acción de la temperatura y de la presión de los colorantes pasan al tejido por un proceso de sublimación).

#### **Estampación por corrosión**

La pasta de estampación contiene agentes de corrosión de los colorantes previamente aplicados al tejido por diferentes procedimientos. Se distinguen:

- Estampación por corrosión blanca: los motivos estampados son el resultado de la corrosión blanca de los colorantes del fondo del tejido.
- Estampación por corrosión iluminada: además de los agentes de corrosión, la pasta de estampación incorpora colorantes resistentes a los agentes de corrosión y con capacidad de fijarse en el tejido.

#### **Estampación por reserva**

Se estampa un agente de reserva sobre el tejido blanqueado que impide total o parcialmente la penetración del colorante durante la tintura del tejido.

Un criterio complementario se da atendiendo a la maquinaria de estampación, que se relaciona:

- Mesa larga
- Mesa rotatoria
- Máquina de estampación de prendas: oval o estrella
- Máquina automática: cuadros planos o cilindros microperforados

- Máquina de cilindros huecograbados
- Máquina para estampación de moquetas
- Máquina de estampación digital

#### 4.4.2. Pastas colorantes utilizadas en el proceso de estampación

Las pastas de estampación están compuestas por:

- Colorantes
- Espesantes
- Agentes auxiliares

#### Colorantes

Los colorantes empleados en la estampación, al igual que en la tintura, dependerán de la fibra a trabajar y de las solidesces u otras cualidades requeridas por el género pero, en el estampado, influye también el método de aplicación que se utilice. En la tabla siguiente se recogen los colorantes utilizados, normalmente, en el estampado de las diferentes fibras.

**Tabla 8: Combinatoria de los colorantes y pigmentos en la estampación**

TIPOS DE COLORANTES	APLICACIONES			
	ALGODÓN	LANA	CELULÓSICAS	SINTÉTICAS
Directos	X	-	X	-
Tina	X	-	X	-
Reactivos	X	X	X	-
Ácidos	-	X	-	(PA)
Dispersos	-	-	-	X
Premetalizados	-	X	-	(PA)
Pigmentos	X	-	X	X

#### Espesantes

Los espesantes empleados en el estampado textil pueden ser naturales o sintéticos, siendo más utilizados los primeros, aunque los sintéticos y los naturales modificados químicamente van aumentando en importancia para algunas aplicaciones especiales. La selección de los espesantes para la aplicación en una determinada clase de colorantes depende, en general, del método de estampación y de la clase del tejido a estampar.

Entre los espesantes utilizados, se incluyen:

- Almidones, dextrinas y almidones modificados
- Goma de tragacanto
- Goma senegal y goma arábica
- Mucílagos
- Espesantes sintéticos

## Agentes auxiliares

Entre los agentes auxiliares utilizados, se incluyen:

- Mordientes de origen vegetal, como los taninos
- Mordientes metálicos, como los acetatos, sulfoacetatos y acetatos básicos de aluminio y hierro
- Agentes hidrótopos constituidos por:
  - Sulfonatos aromáticos de cadena corta
  - Productos que contienen grupos carbonilo
  - Los llamados tipos ureicos (urea, formamida, acetamida, acetona, éster acético, etc.)
  - Portadores de grupos OH, como alcoholes mono y polivalentes
- Corroyentes:
  - Oxidantes  
Los oxidantes más empleados como corroyentes son: dicromato potásico, cromato potásico, dicromato y cromato sódicos, clorato sódico y potásico, ferricianuro potásico, bromatos alcalinos y de aluminio, persulfatos y perboratos y algunos peróxidos como los de manganeso y plomo.
  - Reductores  
Los reductores tienen diversas aplicaciones: reducir colorantes como el índigo para poderlo eliminar aunque sea parcialmente; y, en el caso de los colorantes de tipo azoico, producir la destrucción de dicho grupo transformando el colorante en productos prácticamente incoloros.

Entre los reductores más utilizados se encuentran: polvo de zinc, cloruro estañoso, hidrosulfito sódico, formaldehído-sulfoxilato sódico, glucosa, sulfito y bisulfito alcalinos.

### 4.4.3. Principales operaciones del proceso de estampación

En los diferentes sistemas de estampación (ver Esquema n.º 8) se efectúan todas o parte de las siguientes operaciones:

- Preparación del tejido
- Estampación de las diferentes pastas (colores) y secado
- Fijación del color (vaporizado)
- Lavado
- Polimerización
- Apresto

#### Preparación del tejido

La preparación consta de las operaciones auxiliares del tejido, para que presente una hidrofiliidad elevada y uniforme, y una superficie exenta de fibras, y un grado de blanco adecuado.

## **Estampación y secado**

Consiste en la aplicación de la pasta de estampación sobre el material textil.

Las técnicas de estampación son:

- Directa
- Por corrosión
- Por reserva

En el caso de estampación directa o por corrosión, la operación de secado posterior a la estampación se realiza en aparatos secadores de distintos tipos justo después del proceso de estampación, según la clase de fibra y la operación empleada.

El sistema más utilizado actualmente es el del secado del tejido estampado con aire caliente.

En la estampación por reserva el tejido debe someterse a una tintura, y a un posterior proceso de lavado y acabado.

## **Fijación del color**

La fijación se efectúa, a continuación del estampado y secado, para evitar el corrimiento del color o el manchado.

La fijación más usual es mediante vaporizado. Su misión es la de producir, por medio del vapor, una solubilización del colorante que, conjuntamente con el efecto de la temperatura, facilite su paso de la pasta hacia el interior del tejido.

Las condiciones de presión y temperatura del vapor, tiempo del vaporizado, así como el uso de vapor saturado o recalentado dependen de la clase de fibra, del colorante empleado y de la operación de estampado que se emplea. Se efectúa en cámaras o autoclaves según se trabaje en forma continua o discontinua.

## **Lavado**

Su función es eliminar el agente espesante empleado y los demás componentes de las pastas de estampación que no se han fijado en el tejido, y la forma de efectuarlo depende de cuatro factores que son:

- Sistema de estampado
- Clase de colorante
- Espesante
- Tipo de tejido

## **Polimerización**

La operación de polimerización, que tiene por objeto polimerizar y reticular los ligantes en el sistema de estampación con pigmentos, consiste en someter el textil estampado, en una cámara con aire caliente a una temperatura de 150-170 °C durante tiempos del orden de 5-6 minutos.

## **Apresto**

Incorporación de productos químicos que mejoran las características del tejido. Por ejemplo, suavizado, hidrofugación, ignifugación, etc.

### **4.4.4. Otros procesos de estampación**

#### **Estampación por aerografía**

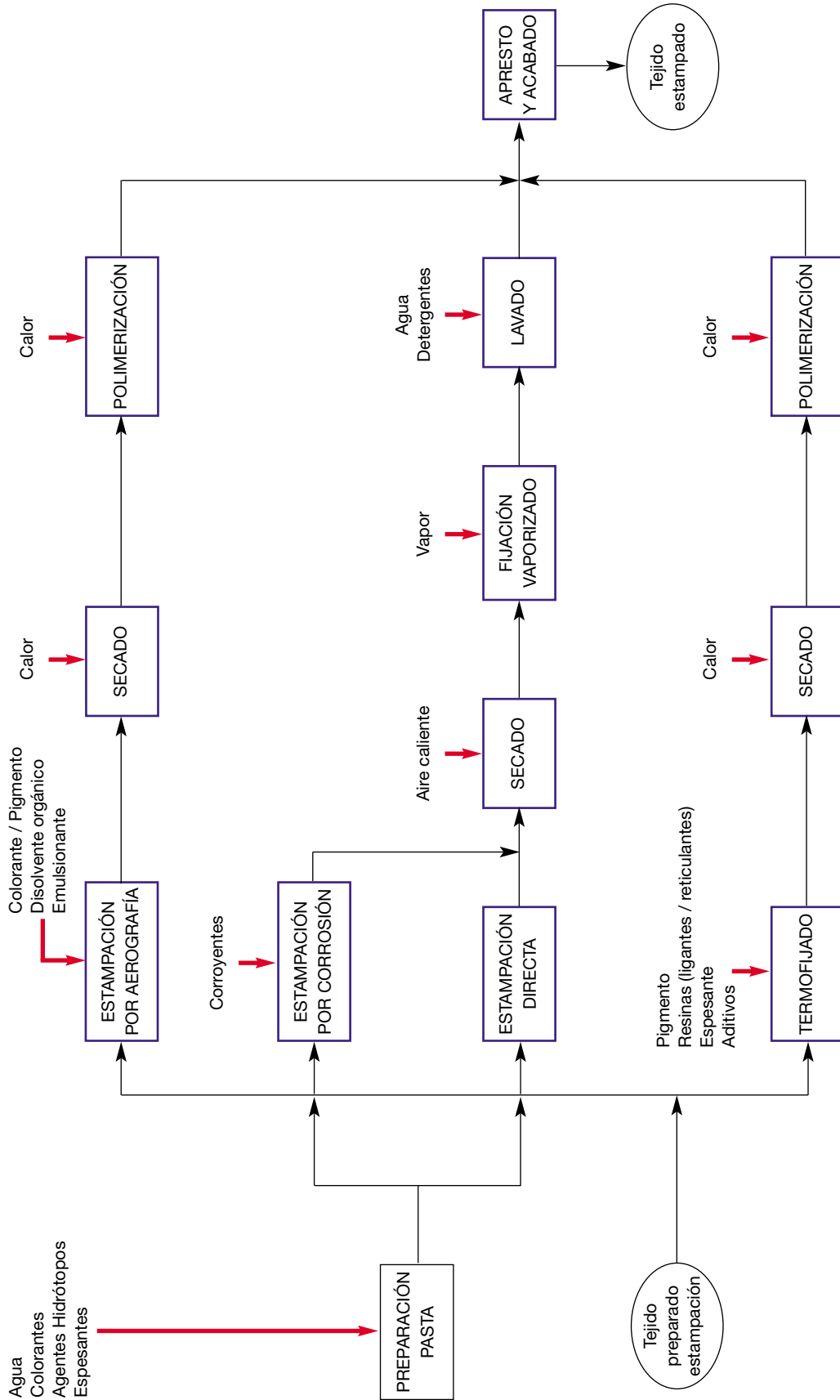
La estampación por aerografía es un subproceso de aplicación relativamente reciente. Consiste en la aplicación del colorante o pigmento sobre el tejido mediante la aspersion con aire comprimido, a pistola, usando una disolución acuosa o en presencia de disolventes orgánicos, de baja viscosidad, a través de una máscara con el dibujo a estampar.

Después de la aplicación del pigmento colorante se realiza el secado del estampado al aire, cosa que induce a la sustitución de las formulaciones acuosas por otras con disolventes orgánicos, de evaporación más rápida. La composición del tinte a aplicar contempla tanto los disolventes para fluidificar la dispersión del pigmento como a las resinas necesarias para ligar el colorante a la superficie del tejido.

### **4.4.5. Acabados de tejidos estampados**

Después del estampado se pueden efectuar al tejido los mismos tratamientos de acabado que se utilizan en los procesos de tintura de tejidos.

**Esquema n.º 8**  
**ESQUEMA PROCESO ESTAMPACIÓN Y ACABADO (TEJIDOS, GÉNERO PUNTO)**





## 5. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE CORRIENTES RESIDUALES

Los procesos descritos en el capítulo anterior generan unas corrientes residuales que, de mayor a menor importancia, pueden ordenarse de la siguiente forma:

- Aguas residuales
- Residuos
- Emisiones a la atmósfera

Las aguas residuales presentan en general problemas de color, temperatura relativamente elevada y elevadas concentraciones de DBO<sub>5</sub>, DQO, sólidos en suspensión, toxicidad y conductividad. Sus características pueden presentar grandes variaciones debido al amplio espectro de colorantes, pigmentos, productos auxiliares y procesos utilizados.

Tanto las aguas, como el resto de corrientes residuales se analizan en este capítulo, según su procedencia, presentándolas como:

- Corrientes residuales específicas generadas por las operaciones de los propios procesos
- Corrientes residuales asociadas
- Otras corrientes residuales

### 5.1. PRINCIPALES CORRIENTES RESIDUALES GENERADAS POR LOS PROPIOS PROCESOS

#### 5.1.1. *Tintura de fibras e hilados*

##### 5.1.1.1. Algodón y mezclas (ver Esquema n.º 9)

#### **Aguas residuales**

En la operación de **descrudado**, las aguas procedentes de los aclarados y del propio baño contienen elevada carga orgánica y alcalinidad, debido a los detergentes empleados en medio básico que, además, recogen todas las impurezas que contiene la propia fibra tales como ceras, grasas, sales sódicas y sales cálcicas.

El **mercerizado** genera unas aguas de lavado muy alcalinas, excepto si se neutralizan los restos alcalinos contenidos en la fibra, ya que entonces las aguas de lavado son ácidas. Si se han utilizado humectantes aniónicos, estos están presentes en las aguas residuales del lavado. El baño agotado, con alta concentración de sosa, no se mezcla con las aguas residuales del lavado, sino que se recupera.

Las aguas residuales procedentes del aclarado y el propio baño del **blanqueo** contienen sales orgánicas, restos de agentes oxidantes y blanqueantes ópticos. Si se utiliza cloro o compuestos de cloro para el blanqueo, se forman compuestos organoclorados volátiles en las aguas.

Las aguas residuales de los aclarados de la **tintura** y el propio baño de tintura agotado además de restos de colorante, contienen productos auxiliares utilizados según la tabla del Esquema n.º 1.

La mezcla de todas estas aguas de lavado y baños, que contienen todas las materias auxiliares, tintes e impurezas de las fibras, hacen que las aguas residuales integradas, provenientes de las operaciones de tintura de fibras de algodón, presenten la siguiente caracterización de contaminantes:

**Tabla 9: Caracterización aguas residuales tintura de fibras algodón**

PARÁMETRO	RANGO CONCENTRACIÓN
PH	10-12
DQO mg/l	800-1.200
DBO <sub>5</sub> mg/l	200-400
MES mg/l	50-100
Color mg Pt- Co/l	300-1.000
M.I. equitox/m <sup>3</sup>	3-10
Conductividad µS/cm	3.000-6.000

Los principales sustancias contaminantes se listan en la tabla 25.

### Residuos

En la operación de **preparación de colorante** pueden generarse residuos de tinte preparado en exceso.

### Emisiones a la atmósfera

En el **descrudado**, se producen emisiones a la atmósfera de vapores alcalinos que se desprenden del hervido, entre 50 y 100 °C.

En las operaciones de **tintura** se producen emisiones de compuestos orgánicos volátiles.

La operación de **secado** produce emisión de vapor de agua y compuestos orgánicos volátiles.

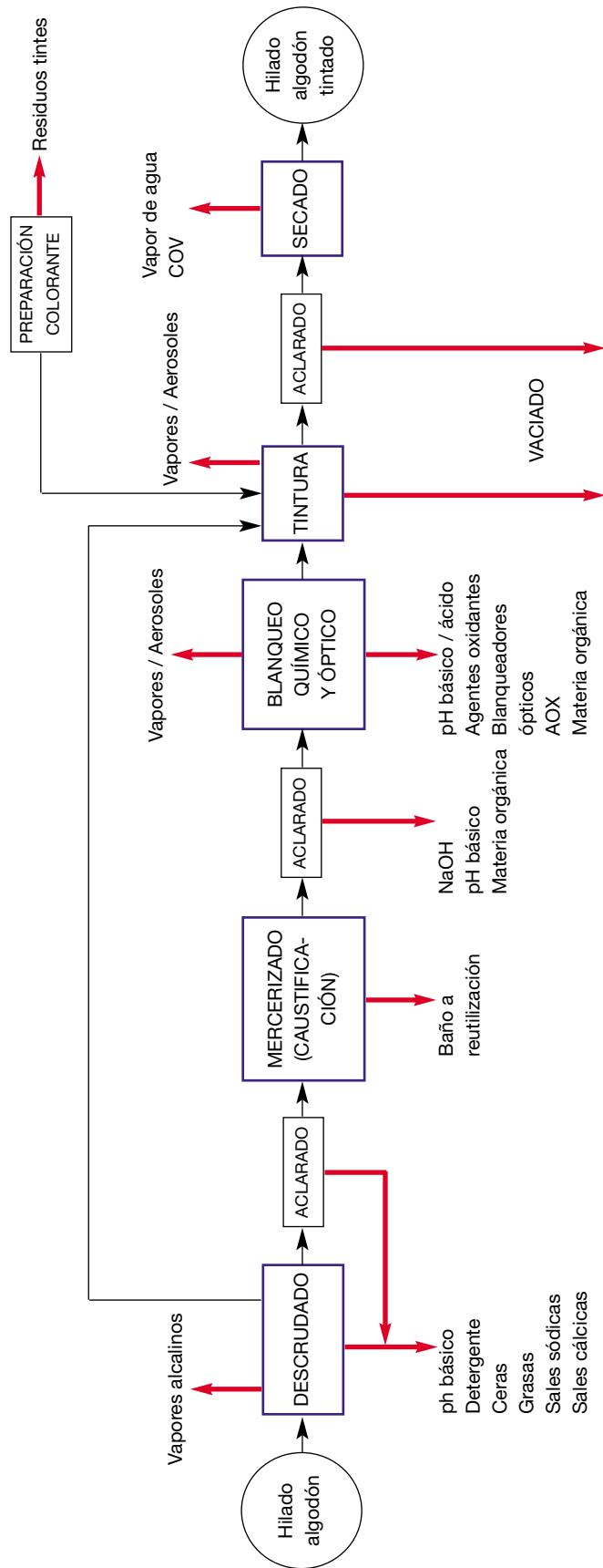
**Tabla 10: Origen corrientes residuales  
Proceso tintura fibras de algodón**

OPERACIÓN	AGUAS RESIDUALES	RESIDUOS	EMISIONES ATMÓSFERA
Descrudado	DQO Alcalinidad Suciedad fibras	—	Vapores Alcalinos
Aclarado descrudado	DQO Alcalinidad	—	—
Mercerizado	Alcalinidad (*)	—	—
Aclarado mercerizado	DQO Alcalinidad	—	—
Blanqueo químico y óptico	Agentes oxidantes AOX DQO	—	Vapores Aerosoles
Preparación colorante	—	Restos de tintes	—
Tintura y aclarado	Color DQO (+)	—	Vapores Aerosoles
Secado	—	—	Vapor agua COV

(\*) Si no hay reutilización de sosa

(+) Ver tabla Esquema n.º 1

**Esquema n.º 9**  
**ESQUEMA PROCESO TINTURA FIBRAS ALGODÓN Y MEZCLAS**



### 5.1.1.2. Lana y mezclas (ver Esquema n.º 10)

#### Aguas residuales

La operación de **tratamiento especial** del peinado, genera aguas residuales ácidas, con presencia de agentes oxidantes o reductores y, en caso de utilizar el procedimiento de cloración, de compuestos organoclorados.

La operación de **desgrasado** incorpora detergentes y humectantes a las aguas de aclarados, además de soluciones alcalinas de carbonato sódico y jabón, con lo cual las aguas residuales recogen materia orgánica, basicidad y conductividad.

La operación de **blanqueo químico y óptico** genera un vertido de aguas residuales en función de la utilización del procedimiento reductor u oxidante, incluyendo restos de blanqueantes ópticos si éstos son utilizados.

En la operación de **centrifugado** se recogen aguas residuales de la misma caracterización que las aguas del aclarado del blanqueo.

En las operaciones de **tintura**, además del colorante empleado, en las aguas residuales de aclarado están presentes las materias auxiliares según la tabla que se adjunta en el Esquema n.º 2.

La incorporación de todas estas materias auxiliares provenientes de las operaciones de preparación y tintura de hilados de lana, a las aguas residuales, contribuyen a la siguiente caracterización de contaminantes:

**Tabla 11: Caracterización aguas residuales tintura de fibras e hilados de lana**

PARÁMETRO	RANGO CONCENTRACIÓN
PH	10-12
DQO mg/l	500-900
DBO <sub>5</sub> mg/l	150-300
MES mg/l	50-100
Color mg Pt- Co/l	300-1.000
M.I. equitox/m <sup>3</sup>	3-10
Conductividad µS/cm	3.000-6.000

Las principales sustancias contaminantes se listan en la tabla 25.

#### Residuos

En las operaciones de **preparación de peinado e hilatura** se producen restos de fibras y borras.

En la operación de **preparación del colorante** pueden generarse residuos de tinte preparado en exceso.

## Emisiones a la atmósfera

Se producen vapores y aerosoles en las siguientes operaciones:

- Tratamientos especiales
- Desgrasado
- Blanqueo químico y óptico
- Tintura
- Secado

Si se utiliza la cloración por gas en el **tratamiento especial**, se desprende gas cloro.

Si se utiliza el método de **blanqueo** mediante reductores, puede desprenderse dióxido de azufre, al igual que en la operación de **tintura**, si se utilizan colorantes sulfurosos.

**Tabla 12: Origen corrientes residuales  
Proceso tintura hilados de lana**

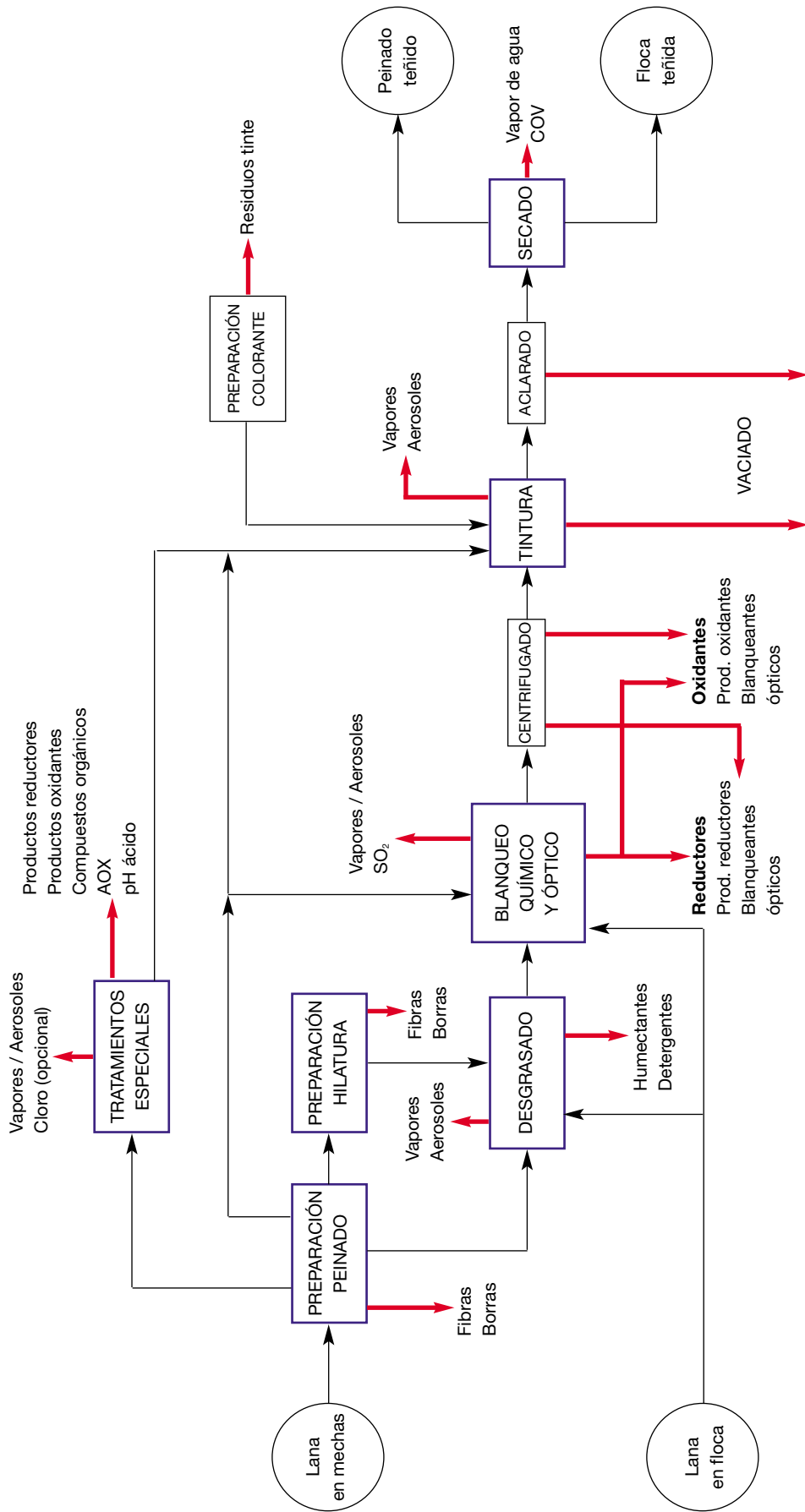
OPERACIÓN	AGUAS RESIDUALES	RESIDUOS	EMISIONES ATMÓSFERA
Preparación peinado	—	Fibras Borras	Fibras Borras
Preparación hilatura	—	Fibras Borras	Fibras Borras
Tratamientos especiales	Acidez AOX(*) Agentes oxidantes / reductores DQO	—	Vapores Aerosoles Cloro(*)
Desgrasado	Basicidad DQO Conductividad	—	Vapores Aerosoles
Blanqueo químico y óptico	Agentes oxidantes / reductores DQO	—	Vapores Aerosoles SO <sub>2</sub> (**)
Centrifugado	Agentes oxidantes / reductores DQO	—	—
Preparación colorante	—	Restos de tintes	—
Tintura y aclarado	Color DQO (+)	—	Vapores Aerosoles
Secado	—	—	Vapor de agua COV

(\*) Tratamiento de cloración

(\*\*) Blanqueo mediante reductores

(+) Ver tabla Esquema n.º 2

**Esquema n.º 10**  
**ESQUEMA PROCESO TINTURA DE FIBRAS E HILADOS DE LANA Y MEZCLAS**



Ver tabla Esquema n.º 2

### 5.1.1.3. Celulósicas y mezclas (ver Esquema n.º 11)

#### Aguas residuales

Las operaciones de **descrudado, lavado y blanqueo**, en condiciones normales, no se realizan como operaciones separadas, sino que se aprovecha en muchos casos la misma operación de tintura para eliminar las impurezas de las fibras químicas. Esto es debido a que las fibras no contienen impurezas ya que han sido sintetizadas por reacción química y, en todo caso, sólo tienen sustancias de tipo graso para favorecer el proceso mecánico de hilatura. Las operaciones de descrudado, lavado o blanqueo deberán efectuarse cuando, a criterio del técnico, sea imprescindible como consecuencia de un manchado accidental, de un amarilleamiento por almacenamiento en condiciones inadecuadas, etc.

Las aguas de aclarado de **tintura** además del colorante, tienen presentes las materias auxiliares, según la tabla del Esquema n.º 3.

El conjunto de aguas residuales de las operaciones de tintura de fibras celulósicas tiene las siguientes características:

**Tabla 13: Caracterización aguas residuales tintura de fibras celulósicas**

PARÁMETRO	RANGO CONCENTRACIÓN
PH	10-12
DQO mg/l	500-900
DBO <sub>5</sub> mg/l	150-300
MES mg/l	50-100
Color mg Pt- Co/l	300-1.000
M.I. equitox/m <sup>3</sup>	3-10
Conductividad µS/cm	3.000-6.000

#### Residuos

En la operación de **preparación del colorante** pueden generarse residuos de tinte preparado en exceso.

#### Emisiones a la atmósfera

Se producen vapores y aerosoles en las operaciones de:

- Blanqueo químico y óptico
- Tintura
- Secado

También pueden producirse emisiones de compuestos orgánicos volátiles.



**Tabla 14: Origen corrientes residuales  
Proceso tintura fibras celulósicas**

OPERACIÓN	AGUAS RESIDUALES	RESIDUOS	EMISIONES ATMÓSFERA
Descrudado/lavado y aclarado	DQO Alcalinidad	—	Vapores alcalinos
Blanqueo químico y óptico (*)	Agentes oxidantes DQO	—	Vapores Aerosoles
Preparación colorante	—	Restos de tintes	—
Tintura y aclarado	Color DQO (+)	—	Vapores Aerosoles
Secado	—	—	Vapor de agua COV

(\*) Sólo se realiza para color final blanco

(+) Ver tabla Esquema n.º 3

#### 5.1.1.4. Sintéticas y mezclas (ver Esquema n.º 11)

##### Aguas residuales

Las aguas residuales generadas en la tintura de fibras sintéticas no presentan problemática y sus contaminantes pueden asimilarse a las aguas de tintura de fibras celulósicas. Opcionalmente, se utiliza ácido acético con el aclarado de la operación de **descrudado**.

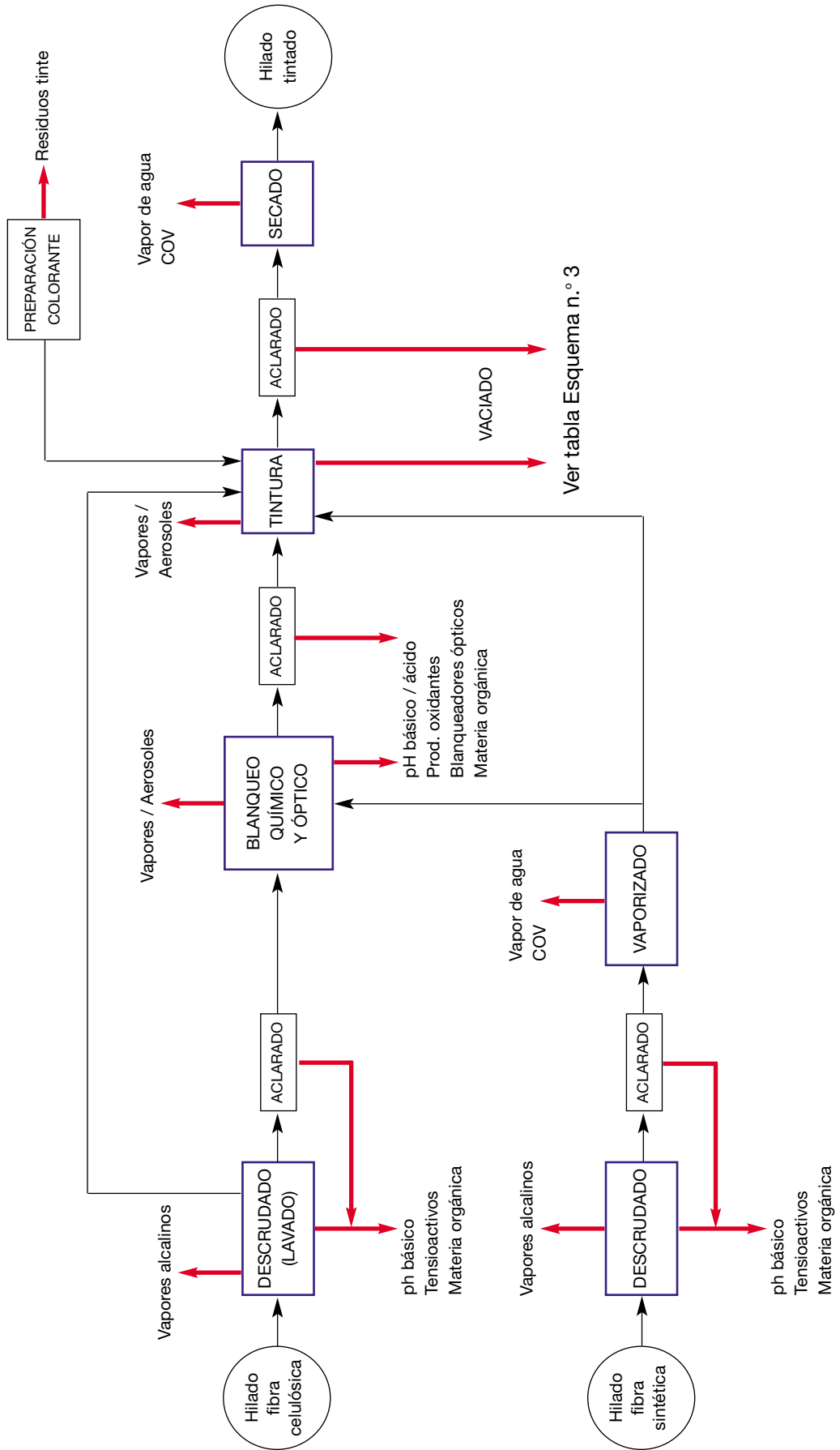
##### Residuos

En la operación de **preparación del colorante** pueden generarse residuos de tinte preparado en exceso.

##### Emisiones a la atmósfera

Las emisiones son las mismas que en el proceso de tintura de fibras celulósicas. Adicionalmente, existe un foco significativo en la operación de **termofijado**.

Esquema n.º 11  
**ESQUEMA PROCESO TINTURA FIBRAS CELULÓSICAS / SINTÉTICAS**



## 5.1.2. Tintura y acabado de tejidos

### 5.1.2.1. Algodón y mezclas (ver Esquema n.º 12)

#### Aguas residuales

La operación de **desaprestado y vaporizado** es una de las fuentes principales de contaminación de las aguas de enjuague posteriores. Colas de almidón, féculas, etc. son hidrolizadas e incorporadas a las aguas residuales en forma de materia orgánica.

La operación de **descrudado** también incorpora a las aguas todas las impurezas que contiene el tejido, consistentes en ceras, grasas, sales sódicas y cálcicas, aparte de los productos utilizados para la operación, como la sosa cáustica y los detergentes, por lo que las aguas residuales de los aclarados son básicas y con alto contenido de materia orgánica y conductividad.

Las operaciones de **mercerizado y blanqueo** generan unas aguas residuales similares a las que generan estas mismas operaciones en el proceso de tintura de fibras de algodón (ver capítulo 5.1.1.1.).

El procedimiento utilizado en la operación de **tintura** de tejidos de algodón es función del tipo de colorante empleado. En la tabla del Esquema n.º 4 se listan los productos contaminantes utilizados como auxiliares que se incorporan a las aguas residuales. Aunque la carga contaminante de los propios baños de tintura y de los aclarados posteriores es cualitativamente igual, la concentración de los distintos contaminantes es, obviamente, muy superior en los baños de tintura. En general, se puede hablar de elevada carga orgánica, color y conductividad. El pH puede ser básico o ácido en función de los colorantes utilizados y, en algunos casos, puede haber presencia de metales.

Las operaciones de **acabado químico** traspasan a las aguas residuales gran cantidad de productos de escasa biodegradabilidad. Algunos productos utilizados, como antipolillas, antimoho son similares a los plaguicidas y biocidas.

El conjunto de aguas residuales de las operaciones de tintura y acabado de tejido de algodón, tiene la siguiente caracterización:

**Tabla 15: Caracterización aguas residuales tintura y acabado de tejidos de algodón**

PARÁMETRO	RANGO CONCENTRACIÓN
PH	10-12
DQO mg/l	1.500-2.800
DBO <sub>5</sub> mg/l	400-900
MES mg/l	100-150
Color mg Pt- Co/l	1.000-3.000
M.I. equitox/m <sup>3</sup>	4-15
Conductividad µS/cm	4.000-9.600

Los principales productos contaminantes se listan en la tabla 25.

La tintura y acabado de tejidos de algodón presenta las aguas residuales con mayores concentraciones de materia orgánica (DBO<sub>5</sub> y DQO) y también mayor coloración.

La operación de **desencolado** es responsable de un 50% a un 75% de la carga contaminante por materia orgánica de los efluentes globales.

Otra característica de las aguas residuales es su alcalinidad, con pH comprendido entre 10-12. Ello es debido, principalmente, a las operaciones de **desencolado, mercerizado, blanqueo y tintura** con colorantes reactivos, tina y sulfurosos.

### **Residuos**

En la operación de **preparación del colorante** pueden generarse residuos de tinte preparado en exceso.

En los procesos de **acabados mecánicos** pueden generarse polvos de fibras que, en caso de ser recogidas por sistemas de filtración/ciclones a final de línea, se convierten en residuos.

### **Emisiones a la atmósfera**

La operación de **chamuscado** genera gases de combustión.

Las operaciones de **descrudado y mercerizado**, al igual que en el proceso de tintura de fibras e hilados de algodón, liberan a la atmósfera vapores básicos y corrosivos.

Las operaciones de **termofijado, secado y acabado** generan emisiones de hidrocarburos, productos orgánicos volátiles, debido a que estas operaciones pueden alcanzar unas temperaturas de 200 °C, siendo los vapores de los acabados los más significativos.

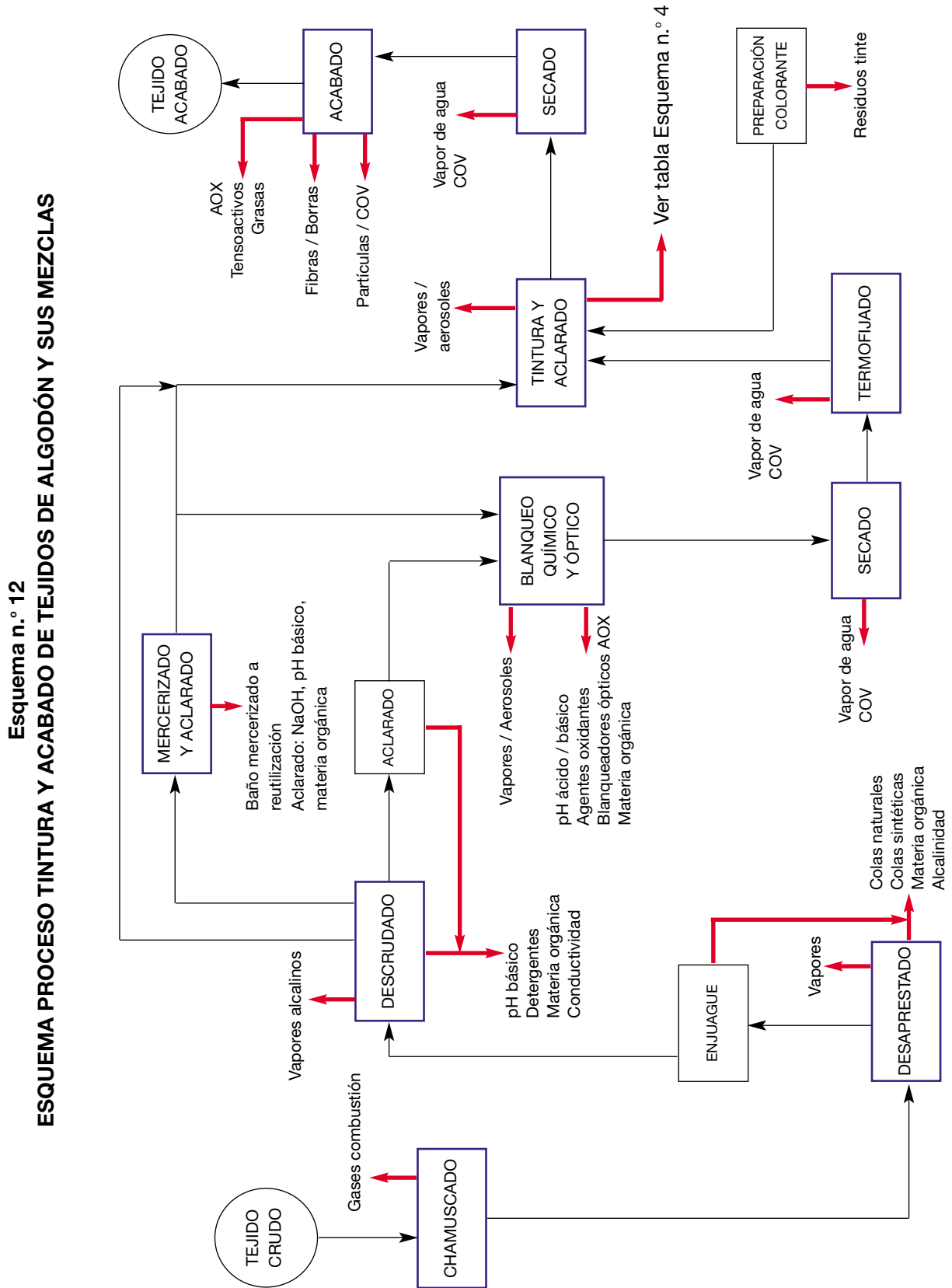
En el caso de los **acabados mecánicos**, tal como se ha mencionado anteriormente, puede generarse polvo de fibras.

**Tabla 16: Origen corrientes residuales  
Proceso tintura y acabado tejidos de algodón**

OPERACIÓN	AGUAS RESIDUALES	RESIDUOS	EMISIONES ATMÓSFERA
Chamuscado	—	—	Gases de combustión
Desaprestado y vaporizado	DQO DBO Alcalinidad	—	Vapores
Descrudado y aclarado	DQO Alcalinidad Suciedad fibras	—	Vapores alcalinos
Mercerizado y aclarado	DQO Alcalinidad	—	—
Blanqueo químico y óptico	Agentes oxidantes AOX DQO	—	Vapores Aerosoles
Secado	—	—	Vapor de agua COV
Termofijado	—	—	Vapor de agua COV
Preparación colorante	—	Restos de tintes	—
Tintura y aclarado	Color DQO Alcalinidad (+)	—	Vapores Aerosoles
Secado	—	—	Vapor de agua COV
Acabado	Alta DQO Baja DBO <sub>5</sub> (*)	Fibras Borras	COV Partículas y polvo de fibras

(+) Ver tabla Esquema n.º 4

(\*) Carga contaminante específica según tipo de acabado



### 5.1.2.2. Lana y mezclas (ver Esquema n.º 13)

#### Aguas residuales

La operación de **carbonizado** genera aguas ácidas de la impregnación del tejido y, posteriormente, aguas básicas de lavado para la neutralización de las fibras del tejido.

La operación de **lavado químico** de tejidos de lana y sus aclarados producen unas aguas residuales que, según el tipo de solución utilizada, pueden ser neutras o alcalinas. Estas aguas incorporan también los residuos y sustancias extrañas que tiene el tejido.

La operación de **lavado con disolventes** es la operación más conflictiva por sus vertidos de tetracloro-etileno y tricloro-etileno emulsionado con agua que se incorporan a las aguas residuales. Estos productos están rigurosamente regulados por algunas Administraciones Públicas.

La operación de **batanado** se realiza en medio ácido, a pH 0,5. El lavado posterior, por lo tanto, genera aguas ácidas.

La operación de **blanqueo** de tejidos de lana genera los mismos efluentes descritos en el apartado 5.1.1.2. para el proceso de fibras e hilados de lana.

La operación de **tintura** genera las emisiones y vertidos propios de los colorantes utilizados. Los productos auxiliares que son transferidos a las aguas residuales, se listan en el Esquema n.º 5. Como singularidad, el acabado antipolilla, muy necesario en los tejidos de lana, se aplica conjuntamente con la tintura y no al final como el resto de acabados. Los productos utilizados son tóxicos y sus principios activos son similares a los plaguicidas y biocidas.

La operación de **acabado** que se aplica al tejido de lana incluye acabados mecánicos que se realizan en seco y, por consiguiente, no generan aguas residuales.

Todas estas operaciones hacen que se generen unas aguas residuales en este proceso, con la siguiente caracterización:

**Tabla 17: Caracterización aguas residuales tintura y acabado de tejidos de lana**

PARÁMETRO	RANGO CONCENTRACIÓN
PH	6-7
DQO mg/l	300-1.500
DBO <sub>5</sub> mg/l	250-500
MES mg/l	100-150
Color mg Pt- Co/l	500-1.500
M.I. equitox/m <sup>3</sup>	5-25
Conductividad µS/cm	2.200-3.000

Los principales productos contaminantes se listan en la tabla 25.

Normalmente, los hilados de lana y sus mezclas, no precisan ser encolados para obtener altos rendimientos en el tisaje. Por ello, tampoco se debe realizar, por lo general, la operación de desencolado antes de la tintura y acabado. Consecuencia de ello es que los efluentes de este proceso tienen menor carga orgánica que los del proceso de tintura de tejido de algodón.

Las características generales de los efluentes de este proceso son:

- Concentración de materia orgánica (DQO y DBO<sub>5</sub>) menor que el proceso algodonero
- Coloración de los efluentes menor que la correspondiente al proceso algodonero
- pH de los efluentes de neutro a ligeramente ácido
- Si se realizan acabados antipolilla, pueden existir concentraciones puntuales de productos tóxicos

### **Residuos**

La etapa de batido de la operación del **carbonizado** recoge las partículas vegetales carbonizadas.

La operación de **preparación de colorante** puede producir residuos excedentes del mismo.

La operación de **lavado con disolventes** genera disolventes agotados que pueden recuperarse por destilación. Si se produce la recuperación de estos disolventes en origen, se generará como residuo los fondos de la destilación llevada a cabo.

Las operaciones de **acabado** mecánico generan fibras y borras.

### **Emisiones a la atmósfera**

La operación de **carbonizado** produce gases de combustión con vapores ácidos y el secado produce gases con compuestos orgánicos volátiles.

Al igual que como ha sido expuesto en el apartado aguas residuales, en la operación de **lavado** con disolventes, los compuestos organoclorados son muy volátiles y en consecuencia se producen vaporizaciones a la atmósfera.

Las operaciones de **acabado** mecánico generan fibras y polvo de fibrillas.

En el resto de operaciones se generan las mismas emisiones de gases que en el proceso de tintura de fibras de lana, según apartado 5.1.1.2.



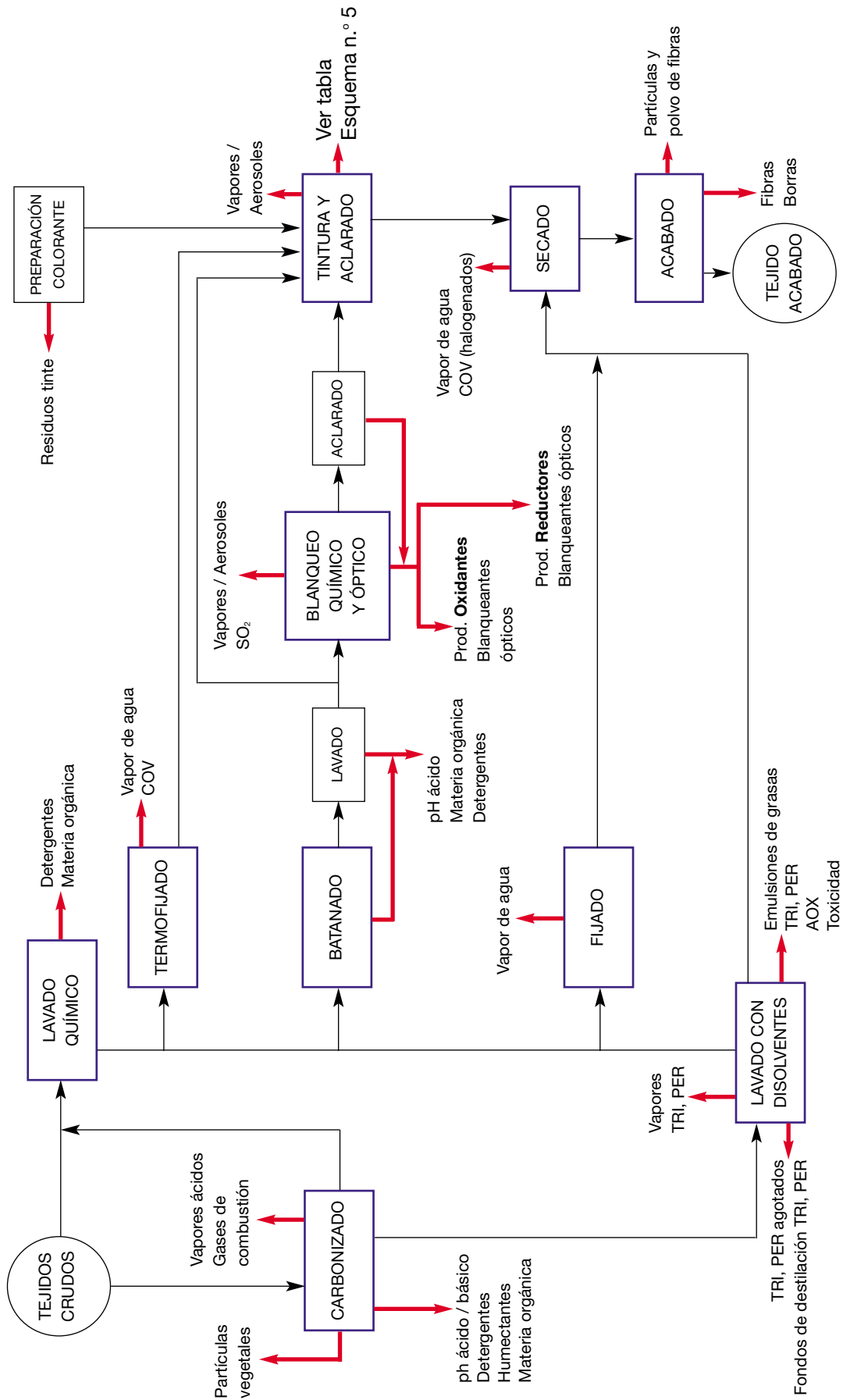
**Tabla 18: Origen corrientes residuales  
Proceso tintura y acabado tejidos de lana**

OPERACIÓN	AGUAS RESIDUALES	RESIDUOS	EMISIONES ATMÓSFERA
Carbonizado	Alcalinidad/Acidez DQO	Partículas vegetales carbonizadas	Vapores ácidos Gases de combustión
Lavado químico	Alcalinidad DQO Conductividad	—	—
Lavado con disolventes	Emulsiones grasas AOX (TRI, PER) Toxicidad	TRI, PER agotados Colas destilación TRI, PER	Vapores TRI, PER
Termofijado	—	—	Vapor de agua COV
Batanado y lavado	Acidez DQO	—	—
Fijado	—	—	Vapor de agua
Blanqueo químico y óptico	Agentes oxidantes / reductores DQO	—	Vapores Aerosoles SO <sub>2</sub> (*)
Preparación colorante	—	Restos de tintes	—
Tintura y aclarado	Color DQO (+)	—	Vapores Aerosoles
Secado	—	—	Vapor de agua COV (halogenados)
Acabado	—	Fibras Borras	Partículas y polvo de fibra

(\*) Blanqueo mediante reductores

(+) Ver tabla Esquema n.º 5

Esquema n.º 13  
**ESQUEMA PROCESO TINTURA Y ACABADO TEJIDOS DE LANA Y MEZCLAS**



### 5.1.3. Tintura de géneros de punto

Según el tipo de fibras que forman el tejido de punto, el proceso de ennoblecimiento textil puede iniciarse por operaciones de lavado en medio acuoso, o por operaciones de tratamiento térmico, generalmente en rame, con el objetivo de estabilizar dimensionalmente el tejido de punto. En este segundo caso los componentes más volátiles de los aceites utilizados para la fabricación del tejido de punto pueden dar lugar a la emisión de humos. El ingeniero responsable de los procesos es quien tomará la decisión de cual de las dos vías debe adoptarse, generalmente después de ensayos de laboratorio.

En medio acuoso, estos aceites deben ser eliminados del tejido a través de procesos de emulsión, lo que implica la utilización de detergentes y productos emulsionantes en medio alcalino, agentes de antiredeposición, temperaturas de trabajo entre 80-100 °C y contaminación de las aguas residuales.

#### 5.1.3.1. Algodón y mezclas

##### Aguas residuales

Las aguas residuales provienen, fundamentalmente, del **blanqueo** y **acabados**, para el género de punto blanco.

En caso de realizarse tintura de color la contaminación de los efluentes es inferior a la generada en el proceso de tintura de tejidos de algodón, por no realizarse la operación de desencolado (los géneros de punto no lo precisan).

Todas estas operaciones hacen que se generen unas aguas residuales en este proceso, con la siguiente caracterización:

**Tabla 19: Caracterización aguas residuales tintura y acabado de géneros de punto de algodón**

PARÁMETRO	RANGO CONCENTRACIÓN
PH	6-11
DQO mg/l	600-800
DBO <sub>5</sub> mg/l	200-300
MES mg/l	50-120
Color mg Pt- Co/l	500-1.500
M.I. equitox/m <sup>3</sup>	4-10
Conductividad μS/cm	500-9.200

##### Residuos

En las operaciones de **preparación de colorante** pueden producirse excedentes.

## Emisiones atmosféricas

Las emisiones atmosféricas del proceso de tintura y acabados de géneros de punto de algodón son equiparables a las emitidas en el proceso de tintura y acabado del tejido de algodón (ver apartado 5.1.2.1.).

### 5.1.3.2. Lana y mezclas (ver Esquema n.º 14)

## Aguas residuales

Las aguas residuales del proceso de tintura y acabado de géneros de punto de lana y mezclas no difieren mucho del proceso de tintura de tejido de lana (ver apartado 5.1.2.2.). Se puede considerar, incluso, que presentan menor carga contaminante al no existir, en este caso, la operación de carbonizado.

Las aguas residuales de los aclarados de tintura de géneros de punto incorporan los productos auxiliares de la tabla del Esquema n.º 6.

La caracterización de las aguas residuales es la siguiente:

**Tabla 20: Caracterización aguas residuales tintura y acabado de géneros de punto de lana**

PARÁMETRO	RANGO CONCENTRACIÓN
PH	6-11
DQO mg/l	800-1.200
DBO <sub>5</sub> mg/l	200-400
MES mg/l	50-150
Color mg Pt- Co/l	500-1.500
M.I. equitox/m <sup>3</sup>	4-10
Conductividad µS/cm	500-9.200

Los principales productos contaminantes se listan en la tabla 25.

## Residuos

Los residuos generados son similares a los generados en el proceso de tintura de tejidos de lana (ver apartado 5.1.2.2.).

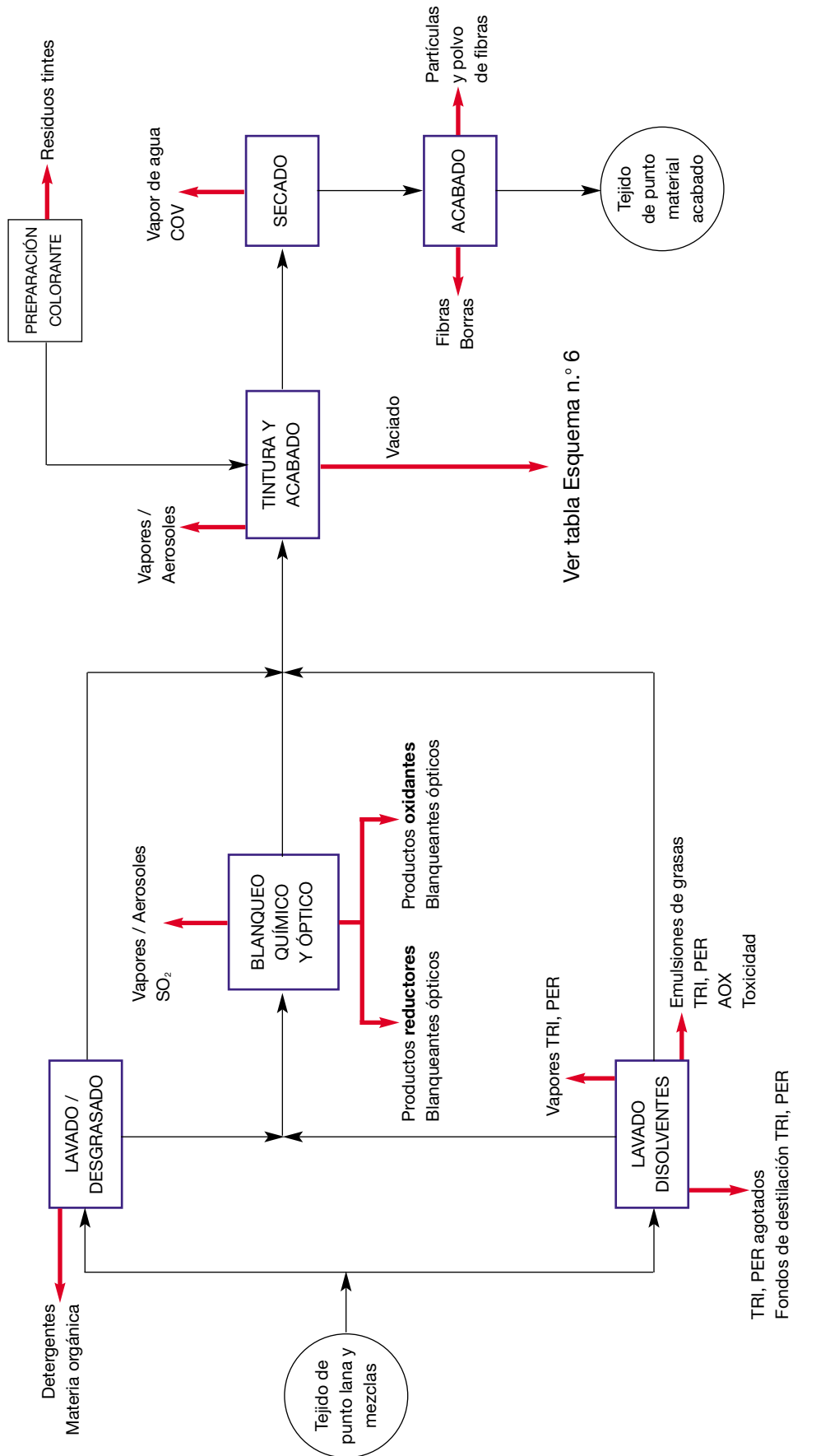
No existe el residuo de fibra carbonizada por no existir en este proceso la operación de carbonizado.

## Emisiones a la atmósfera

Las emisiones atmosféricas son análogas a las que se generan en el proceso de tintura de tejidos de lana, para las operaciones de **lavado, blanqueo, tintura, secado y acabado**.

Cabe destacar que, en este caso, las operaciones de carbonizado, termofijado, batanado y fijado, generadoras de emisiones a la atmósfera, no son necesarias.

**Esquema n.º 14**  
**ESQUEMA PROCESO TINTURA Y ACABADO DE GÉNEROS DE PUNTO DE LANA Y MEZCLAS**



### 5.1.3.3. Celulósicas y mezclas (ver Esquema n.º 15)

#### Aguas residuales

Los vertidos de aguas residuales del proceso de tintado de géneros de punto de fibras celulósicas contienen menos carga contaminante que las aguas provenientes del proceso de tintura de géneros de punto de lana o algodón, por dos motivos:

- No existe operación de descolado.
- Las fibras celulósicas y, en general, todas las obtenidas artificialmente, tienen menos impurezas, con lo cual la operación de descrudado es menos contaminante.

Las operaciones de **descrudado y blanqueo** son similares para el proceso de tintura de fibras de algodón, con lo cual se utilizan los mismos productos auxiliares que quedan en las aguas residuales.

Los procedimientos utilizados en la operación de **tintura** son función del tipo de colorante empleado. En la tabla del Esquema n.º 6 se relacionan las materias contaminantes que proceden de los productos auxiliares empleados.

Las aguas residuales procedentes de la operación de **acabado**, como se ha comentado en apartados anteriores incorporan los productos que quedan sin utilizar en los propios baños de acabado.

En su conjunto, las aguas residuales de estas operaciones tienen la siguiente caracterización:

**Tabla 21: Caracterización aguas residuales tintura y acabado de géneros de punto celulósicos**

PARÁMETRO	RANGO CONCENTRACIÓN
PH	6-11
DQO mg/l	800-1.200
DBO <sub>5</sub> mg/l	200-400
MES mg/l	50-150
Color mg Pt- Co/l	500-1.500
M.I. equitox/m <sup>3</sup>	4-10
Conductividad µS/cm	500-9.200

Los principales productos contaminantes se listan en la tabla 25.

#### Emisiones a la atmósfera

Se pueden considerar análogas a las generadas en los procesos de tintura y acabado de tejidos de algodón y sus mezclas.

En los géneros de punto de mezclas de fibras celulósicas con fibras sintéticas (poliéster), sometidos a la operación de **termofijado**, se generan humos procedentes de los aceites utilizados en la fabricación del tejido de punto.

## Residuos

En operación de **preparación de colorante** se pueden generar excedentes de tinte.

En los **acabados mecánicos** pueden generarse restos de fibras.

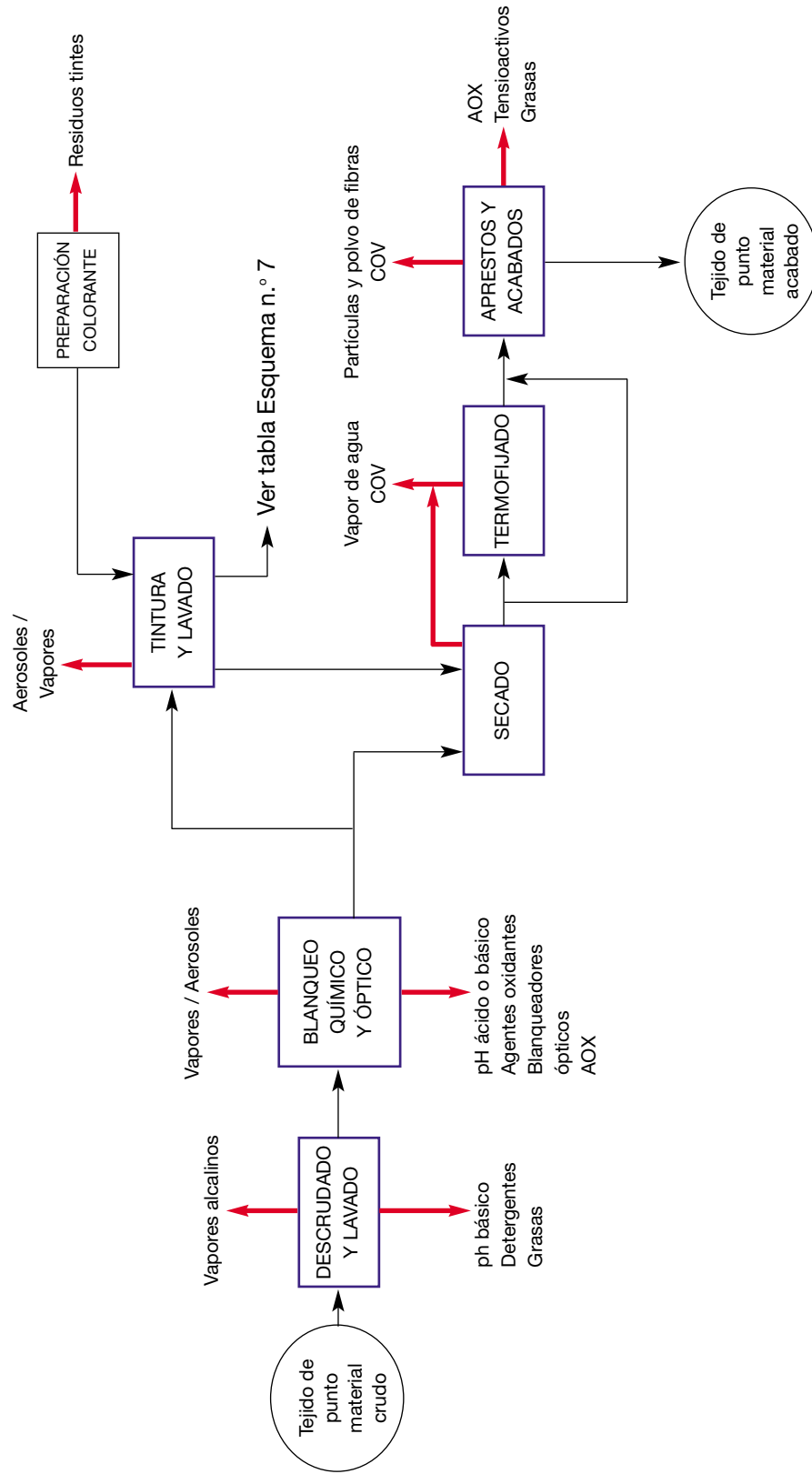
**Tabla 22: Origen corrientes residuales  
Proceso tintura géneros de punto de celulósicas y mezclas**

OPERACIÓN	AGUAS RESIDUALES	RESIDUOS	EMISIONES ATMÓSFERA
Descrudado y aclarado	DQO Alcalinidad	—	Vapores alcalinos
Blanqueo químico y óptico	Agentes oxidantes AOX DQO	—	Vapores Aerosoles
Preparación colorante	—	Restos de tintes	—
Tintura y aclarado	Color DQO (+)	—	Vapores Aerosoles
Secado	—	—	Vapor de agua COV
Termofijado	—	—	Vapor de agua COV
Acabado	Alta DQO Baja DBO <sub>5</sub> (*)	Fibras Borras	COV Partículas y polvo de fibras

(\*) Carga contaminante específica según tipo acabado

(+) Ver tabla Esquema n.º 7

**Esquema n.º 15**  
**ESQUEMA PROCESO TINTURA Y ACABADO DE GÉNEROS DE PUNTO DE CELULÓSICAS Y MEZCLAS**





#### 5.1.4. Estampación y acabado de tejidos y géneros de punto

Los procesos de estampación y acabado de tejidos y géneros de punto se encuentran grafiados en el Esquema n.º 16 y utilizan el mismo tipo de operaciones para cualquier tipo de fibra (algodón, lana, celulósicas, sintéticas).

##### Aguas residuales

La **estampación por corrosión** genera unos vertidos que pueden incluir metales, coloración y materia orgánica (según los procedimientos).

En la **estampación directa y pigmentaria**, además, se han ido reduciendo las emulsiones agua-aceite. El proceso predominante es la estampación directa con pigmentos.

Por lo que respecta a las características de las operaciones de **acabados** que pueden tener lugar a continuación de la estampación, se consideran análogas a las que se realizan en los establecimientos de tintura, para los distintos tipos de género y fibras.

La caracterización de las aguas residuales del proceso de estampación, es la siguiente:

**Tabla 23: Caracterización aguas residuales estampación y acabado**

PARÁMETRO	RANGO CONCENTRACIÓN
PH	6-9
DQO mg/l	350-2.300
DBO <sub>5</sub> mg/l	80-750
MES mg/l	120-530
Color mg Pt- Co/l	(*)
M.I. equitox/m <sup>3</sup>	2-20
Conductividad µS/cm	1.000-8.000

(\*) dato no disponible

Los principales productos contaminantes se listan en la tabla 25.

##### Residuos

Los residuos más habituales son los restos de pastas de estampación, preparadas en exceso o para la elaboración de muestras.

##### Emisiones atmosféricas

En la **estampación por aerografía** se producen emanaciones de disolventes volátiles de elevada concentración en el secado, por utilizar disolventes muy volátiles para acelerar la operación.

En la **estampación por corrosión** se producen emisiones de compuestos órgano volátiles en las operaciones de secado, vaporizado y lavado.

En la **estampación pigmentaria** también se producen emisiones a la atmósfera de organovolátiles en las operaciones de secado y de polimerización.

**Tabla 24: Origen corrientes residuales  
Proceso estampación de tintura y géneros de punto**

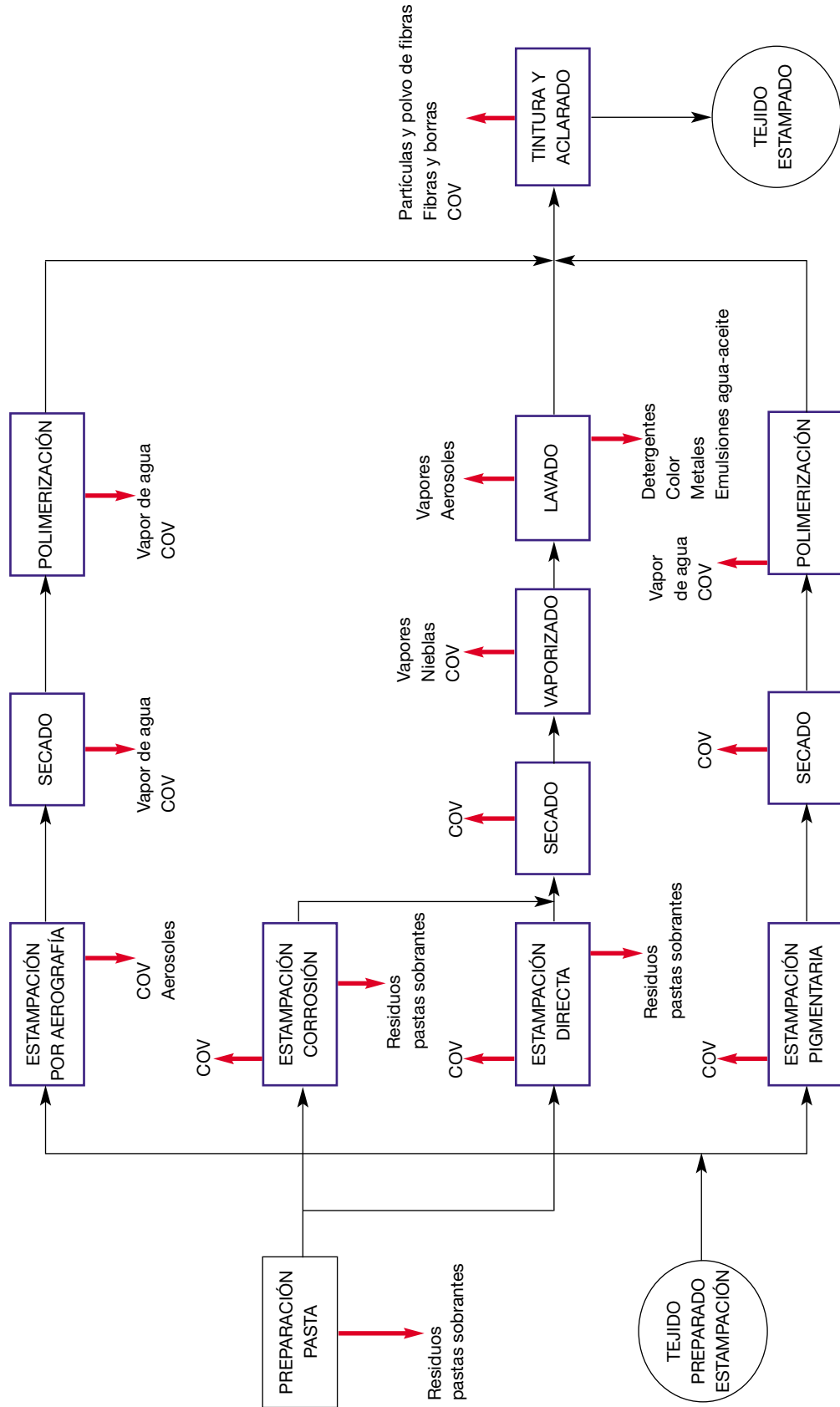
OPERACIÓN	AGUAS RESIDUALES	RESIDUOS	EMISIONES ATMÓSFERA
Preparación de pastas	—	Restos de pastas	—
Aerografía	—	—	Aerosoles COV (disolventes)
Corrosión	—	Restos de pastas	COV
Directa	—	Restos de pastas	COV
Pigmentaria	—	—	COV
Secado	—	—	COV
Vaporizado	—	—	Vapores COV
Lavado	DQO Color Metales (*) Emulsiones agua- aceite (**)	—	Vapores Aerosoles COV
Polimerización	—	—	Vapor de agua COV
Acabado	Alta DQO Baja DBO <sub>5</sub> (***)	Fibras Borras	COV Partículas y polvo de fibras

(\*) Estampación por corrosión

(\*\*) Estampación directa

(\*\*\*) Carga contaminante específica según acabado

Esquema n.º 16  
**ESQUEMA PROCESO DE ESTAMPACIÓN Y ACABADOS (TEJIDOS, GÉNERO PUNTO)**



## **5.2. PRINCIPALES CORRIENTES RESIDUALES ASOCIADAS**

### **5.2.1. Aguas residuales**

En los procesos de tintura, estampación y acabados existen operaciones no ligadas directamente al proceso productivo, pero que se convierten en imprescindibles para desarrollar secuencialmente la producción.

Aunque habitualmente se procura realizar los procesos escalonando o agrupando los tipos de colorantes y color de la tintura para minimizar tiempos muertos de parada por limpieza y acondicionamiento de la maquinaria, no por ello pueden eliminarse totalmente las operaciones de limpieza y puesta a punto de la instalación, operaciones que normalmente se realizan con agua, detergentes y limpiadores.

Esta limpieza, normalmente con agua y detergentes, se realiza en:

- La maquinaria de instalación fija, es decir grandes equipos, en general
- Accesorios, normalmente transportables, como son: moldes, bandejas, bobinas, soportes de enrollado, etc.

La limpieza de accesorios puede realizarse de forma más automatizada con sistemas de lavado en trenes, cepillos, rasquetas, etc.

Algunos limpiadores incorporan en su formulación disolventes industriales y compuestos organoclorados, para potenciar su poder de limpieza sobre los restos de tinturas y pastas de estampado.

Las aguas residuales de limpieza contienen restos de colorantes, pastas, fibras, borras, detergentes y los disolventes limpiadores.

No se dispone de datos fiables sobre caudales y caracterización de esta aguas residuales.

### **5.2.2. Residuos**

Los residuos generados no específicamente en los procesos responden a las corrientes residuales más habituales, y que podrían calificarse de residuos genéricos o repetitivos de todos los procesos.

Existe una amplia gama de estos residuos que se identifican a continuación:

- Colorantes obsoletos (pasados de moda) y caducados
- Palets de madera
- Sacos de papel
- Contenedores de suministros de productos a granel
- Bidones metálicos
- Bolsas y bidones plásticos
- Cajas de cartón

- Flejes metálicos
- Conos de hilados (rotos o desechados)
- Bandejas y soportes de tintura (rotos o desechados)
- Aceites y lubricantes usados
- Disolventes agotados de limpiezas
- Restos de embalaje de papel y plástico
- Productos finales fuera de especificación
- Materia prima textil rechazada
- Productos sólidos/líquidos derramados

No existen datos en la bibliografía sobre cantidades de estos residuos generados que dependen en gran medida de la capacidad de producción, de los diferentes procesos efectuados y la naturaleza del residuo.

### **5.2.3. Emisiones a la atmósfera**

#### **Limpieza con disolventes**

Tal como se comentó en el punto 5.2.1., existen operaciones no ligadas al proceso productivo, pero que se convierten en imprescindibles para desarrollar de forma continua la producción.

Este es el caso de algunas limpiezas que se realizan con disolventes y constituyen fuentes de generación de emisiones de origen difuso.

Estos disolventes y desengrasantes se utilizan en operaciones de limpieza de máquinas de estampación, concretamente en los inyectores de estampado y otras partes en contacto con colorantes, pigmentos y pastas de estampación. También en algunos equipos de tintura.

#### **Almacenamiento de productos finales**

Los textiles almacenados pueden, en algunos casos, emitir compuestos volátiles a causa de su utilización en operaciones a las que han sido sometidos y presencia residual en los productos manufacturados, especialmente materias auxiliares impregnadas en los productos textiles.

### **5.3. OTRAS CORRIENTES RESIDUALES**

Aunque la descripción de los procesos se ha limitado exclusivamente a los procesos productivos directos de tintura, estampación y acabado, existen instalaciones generales en las fábricas textiles que son necesarias para el normal funcionamiento de aquellos procesos.

Estas instalaciones generales o de apoyo generan, a su vez, unas corrientes residuales que deben también ser consideradas.

### **5.3.1. Aguas residuales**

Las aguas de abastecimiento, tanto si provienen de compañías suministradoras o captaciones superficiales o pozos, empleadas en los procesos de tintura, estampación y acabados tienen unos condicionamientos de calidad y, por tanto, necesitan tratamientos adecuados. Estos tratamientos suelen ser:

- Eliminación de hierro y manganeso
- Eliminación de sólidos en suspensión
- Eliminación de dureza
- Eliminación de salinidad

Estos tratamientos generan las siguientes aguas residuales:

- Aguas residuales procedentes de los lavados de los filtros para eliminar sólidos en suspensión y precipitados.
- Aguas de regeneración de lechos de resinas de intercambio iónico, o rechazos salinos procedentes de ósmosis inversa (caso de disponer de ella). En ambos casos con elevada conductividad.

Los circuitos de refrigeración deben purgarse periódicamente para eliminar las concentraciones de sales. Estas purgas se eliminan incorporándolas a las aguas residuales, lo que hace aumentar su conductividad.

Los circuitos de agua de las calderas de vapor deben ser purgados y limpiados, inclusive los trómeles de vaporación y calderines. Aparte de la concentración de sales, basicidad y sílice de las propias purgas, para la limpieza de circuitos se utilizan productos desincrustantes. Todas estas operaciones de mantenimiento generan aguas residuales que contienen estos productos.

### **5.3.2. Residuos**

La principal fuente de generación de residuos de las instalaciones auxiliares son los fangos procedentes de las plantas de depuración de aguas residuales.

Por último, todos los tratamientos de aguas indicados anteriormente generan:

- Fangos y sedimentos procedentes de precipitaciones químicas y separaciones mecánicas (sedimentación, filtración).
- Restos de envases de productos utilizados en estos tratamientos.

### **5.3.3. Emisiones a la atmósfera**

El principal foco de generación de emisiones a la atmósfera está constituido por las calderas de generación de vapor.

También las instalaciones de depuración de aguas residuales (tipo biológico aerobio o fangos activados) generan emisiones de compuestos organovolátiles contenidos en las aguas residuales provenientes de los procesos de tintura y estampación.

#### **5.4. PRINCIPALES PRODUCTOS CONTAMINANTES EN LAS AGUAS RESIDUALES**

Se incluye un listado genérico de los principales compuestos químicos que se pueden encontrar en las aguas residuales de alguna operación de tintura, estampación y acabados.

Tabla 25: Sustancias genéricas potencialmente presentes en las aguas residuales

SUSTANCIA	TINTURA DE PEINADOS E HILADOS			TINTURA Y ACABADO DE TEJIDOS		TINTURA Y ACAB. GÉNEROS PUNTO			ESTAMPADO
	Algodón	Lana	Sintéticas	Algodón	Lana	Lana	Celulósicos		
Jabones	X	—	—	X	X	X	X	—	
Det. aniónicos	X	X	X	X	X	X	X	—	
Det. no iónicos	X	X	X	X	X	X	X	—	
Carbonato sódico	—	X	—	X	X	X	—	—	
Cloruro sódico	X	X	X	X	X	X	X	—	
Sulfato sódico	X	X	X	X	X	X	X	—	
Grasas y aceites	X	—	X	X	—	—	X	—	
Impurezas vegetales	X	—	—	X	—	—	—	—	
Féculas	—	—	—	X	—	—	—	—	
Carboximetilcelulosa	—	—	—	X	—	—	—	—	
Celulosa de metilo	—	—	—	X	—	—	—	—	
Poliálcohol vinílico	—	—	—	X	—	—	—	—	
Poliacrilamidas	—	—	—	X	—	—	—	—	
Poliésteres	—	—	—	X	—	—	—	—	
Humectantes	X	—	—	X	—	—	X	—	
Suavizantes	X	—	X	X	—	—	X	—	
Comp. nitrogenados	X	—	—	X	X	X	X	X	
AOX	X	X	X	X	X	X	X	—	
Hipoclorito sódico	X	—	X	X	—	—	X	—	
Clorito sódico	X	—	X	X	—	—	X	—	
Blanqueadores ópticos	X	X	X	X	X	X	X	—	
Sulfitos	X	X	X	X	X	X	X	—	
Bisulfitos	X	X	X	X	X	X	X	—	
Colorantes	X	X	X	X	X	X	X	X	
Pigmentos	—	—	—	—	—	—	—	X	
Cobre	X	—	—	X	—	—	X	—	
Cromo	X	X	—	X	X	X	X	X	
Formaldehido	X	—	—	X	—	—	X	—	
Ácido acético	X	X	X	X	X	X	X	—	
Naftol	X	—	—	—	—	—	—	—	
Aminas aromáticas	X	—	—	X	—	—	—	—	
Ácido fórmico	—	X	X	X	X	X	X	—	
Níquel	—	X	—	—	—	—	—	—	
Cobalto	—	X	—	—	—	—	—	—	
Fosfatos	—	—	X	X	X	X	X	—	
Fenoles	X	X	X	X	X	X	—	—	
Sulfuros	X	—	—	X	—	—	X	—	
Tricloroetileno	—	—	—	—	X	X	—	—	
Percloroetileno	—	—	—	—	X	X	—	—	
Dióxido de titanio	—	—	—	—	—	—	—	X	
Hierro	—	—	—	—	—	—	—	X	
Aluminio	—	—	—	—	—	—	—	X	



## 6. OPORTUNIDADES DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

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

### POSIBILIDADES DE REDUCCIÓN EN ORIGEN

- Rediseño de productos
- Rediseño de procesos
  - Sustitución de materias primas
  - Nuevas tecnologías
  - Buenas prácticas

### POSIBILIDADES DE RECICLAJE EN ORIGEN

### POSIBILIDADES DE VALORIZACIÓN

- Reciclaje externo
- Valorización energética

No se harán constar aquellos apartados de los cuales no se han detectado oportunidades claras de prevención de la contaminación.

Cabe resaltar, también, que algunas de las oportunidades descritas podrían clasificarse en más de alguna de las categorías antes mencionadas. En cada caso, se ha seleccionado la ubicación que se ha considerado más adecuada.

### 6.1. POSIBILIDADES DE REDUCCIÓN EN ORIGEN

#### REDISEÑO DE PROCESOS

##### **6.1.1. *Sustitución de materias primas***

###### **6.1.1.1. Selección de nuevas gamas de colorantes reactivos**

###### **Problemática tradicional**

Los colorantes reactivos son una de las familias de colorantes más utilizados para la tintura de tejidos de algodón, rayón y lino. Por sus características químicas inherentes sólo una parte del colorante que se introduce en el baño de tintura reacciona químicamente con la fibra mediante un enlace covalente. El resto del colorante reacciona con el agua y se denomina colorante hidrolizado. Una parte de éste queda en las aguas residuales de la tintura y otra parte queda en el interior de la fibra pero sin buenas propiedades de solidez, por lo que debía ser eliminado en sucesivos jabonados y aclarados en caliente.

Ello suponía que una tintura con colorantes reactivos requería un consumo de agua de:

1. baño de tintura
2. baño de jabonado en caliente
3. baño de aclarado
4. baño de aclarado

A modo de ejemplo, una máquina para la tintura de 100 kg de tejido en cuerda con un volumen de agua de 1.000 litros implicaba un consumo de 4.000 l para la correcta tintura de estos 100 kg de tejido.

### **Productos alternativos**

Para dar respuesta a los actuales requerimientos de:

- Nuevas normas de solidez al lavado doméstico
- Cumplimiento de la legislación sobre vertidos
- Incremento de la eficiencia de la producción “Bien a la primera”
- Utilización de maquinaria con baja relación de baño, y con sistemas de recuperación de calor

Se han desarrollado nuevas gamas de colorantes reactivos los cuales:

1. Agotan más sobre la fibra (con ello queda menos colorante en el agua de tintura).
2. Cada molécula de colorante contiene más grupos reactivos con lo que el porcentaje de colorante que reacciona con la fibra es considerablemente mayor (con ello disminuye la cantidad de colorante reactivo hidrolizado, tanto en el baño como en el interior de la fibra).
3. El colorante reactivo hidrolizado en el interior de la fibra es más fácilmente eliminable (con ello se reducirá el número de baños de lavado).
4. Combinan dos o más grupos cromóforos en cada molécula de colorante para obtener alta densidad óptica respecto a la misma concentración de colorantes de antiguas gamas. Por lo tanto, se incrementa la concentración de colorante (con lo cual se reducen costes de transporte). Según los colorantes que se comparen, a igualdad de concentración de la disolución, la densidad óptica es entre un 15 y un 65% superior. Con los nuevos colorantes se alcanza la misma intensidad de color sobre tejido con menos % de colorante sobre peso de fibra.
5. Pueden aplicarse reduciendo la concentración de electrolito necesario en el baño de tintura. Ello supone reducción de la carga contaminante de las aguas residuales. También reduce el coste de productos químicos de la fórmula de tintura. Para una intensidad de tintura del 3% spf, con los nuevos colorantes se precisan 60 g/l de sal. Ello supone una reducción de un 34% respecto a fórmulas tradicionales.
6. Aumento de la adsorción del colorante en los fangos activados de la planta de tratamiento, si se dispone de ella. En función de la dureza del agua, se adsorbe entre un 150 y un 200% más en los fangos activados de la planta de depuración, en comparación con los colorantes reactivos de las antiguas gamas.

### **Ámbito de aplicación**

Las nuevas gamas de colorantes reactivos pueden aplicarse en las mismas máquinas que los colorantes reactivos tradicionales. Los puntos fuertes de esta tintura son los procesos de tintura discontinua o por partidas de hilados de fibras celulósicas, tejidos de fibras celulósicas en forma de cuerda, y también al ancho tanto en proceso discontinuo como continuo.

### **Beneficios de producción**

El menor número de baños de lavado repercute en un incremento de la productividad de las instalaciones industriales de tintura.

Además, tal como se ha descrito anteriormente, se consigue:

- Menor consumo de colorantes para la obtención de los mismos resultados de tintura
- Menor consumo de productos químicos (electrolito)

### **Beneficios ambientales**

Las aguas residuales de la tintura quedan menos coloreadas, con menor contenido de sales solubles, y los colorantes residuales son más fácilmente absorbibles en los fangos activados de las instalaciones depuradoras, cosa que facilita el proceso de depuración.

### **Parámetros económicos**

Como se ha dicho anteriormente, se consigue la reducción de los costes de los productos químicos de la fórmula de tintura, así como de su transporte.

#### *Bibliografía*

- Bradbury, Collishaw, Moorhouse (Dystar), “Desarrollos en la tecnología de colorantes reactivos”, Revista de Química Textil n. 153, pp. 75-83 (2001).
- Douthwaite, F. “Novel series of reactive dyes”, International Dyer, August 2001, pp. 41-42.

### **6.1.1.2. Sustitución de lubricantes convencionales por aceites hidrosolubles en la fabricación de tejido de punto**

#### **Problemática tradicional**

La producción de tejidos de punto requiere una lubricación eficiente de los elementos mecánicos de la máquina de tejido de punto y de las agujas. El hilo conducido por las agujas durante el proceso de fabricación del tejido arrastra y retiene parte de los lubricantes que se van “espraying” contra las agujas y las fronturas.

El tejido de punto puede llegar a contener entre el 4 y el 8% de su peso en aceite lubricante utilizado en tejeduría.

Según el tipo de fibras que forman el tejido de punto, y el tipo de ligamento, el proceso de ennoblecimiento textil puede iniciarse por operaciones de lavado en medio acuoso, o por operaciones de tratamiento térmico, generalmente en rame, con el objetivo de estabilizar dimensionalmente el tejido de punto. En este segundo caso los componentes más volátiles de los aceites pueden dar lugar a la emisión de humos. El ingeniero responsable de los procesos es quien tomará la decisión de cual de las dos vías debe adoptarse, generalmente después de ensayos de laboratorio.

En medio acuoso, estos aceites deben ser eliminados del tejido a través de procesos de emulsión, lo que implica la utilización de detergentes y productos emulsionantes en medio alcalino, agentes de antiredeposición, temperaturas de trabajo entre 80-100 °C y contaminación de las aguas residuales.

El consumo de agua es, aproximadamente, 10 litros por kilo de tejido, el tiempo del proceso es entre 30-60 min., y la temperatura de lavado ha de ser del orden de 100 °C.

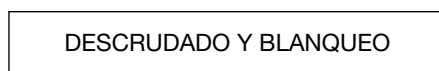
### Productos alternativos

La sustitución de antiguos aceites lubricantes no biodegradables y no auto-emulsionables por nuevos lubricantes con carácter auto-emulsionable para la fabricación de tejido de punto, permite su eliminación del tejido en agua a 40 °C, lo que permite llevar a cabo el descrudado y el blanqueo del tejido en una sola etapa, (en un solo baño efectuando las dos operaciones, o según los casos, en un solo baño pero efectuando primero el descrudado y después el blanqueo) con el consiguiente ahorro de tiempo en máquina, ahorro en tiempo de proceso, en consumo de agua y ahorro de energía.

Tradicional:



Alternativa propuesta:



### Ámbito de aplicación

Esta técnica puede aplicarse a las plantas de tejeduría ya en funcionamiento. En ocasiones puede ser necesaria la sustitución de las conducciones de aceite del interior de la máquina de tejido de punto. En algunos casos, según qué tipos de pintura de las máquinas puede verse perjudicada.

### Beneficios de producción

Los beneficios de producción no se obtienen en la empresa de tejeduría, sino en las posteriores operaciones de preparación, blanqueo, tintura, etc. y se consigue:

- Reducción del tiempo de lavado
- Reducción de la temperatura de lavado
- Reducción del tiempo de proceso ya que en una sola operación se puede efectuar el lavado del tejido, su descrudado y su blanqueo
- Incremento de productividad

### **Beneficios ambientales**

- Importante reducción del consumo de agua
- Importante reducción del consumo de energía

### **Parámetros económicos**

El coste de implementación de esta técnica no es mayor que el de la técnica anterior, si se consideran todos los parámetros económicos a tener en cuenta, es decir, desde el coste de los nuevos aceites, que sin duda es mayor, a los costes de lavado, que son menores, y a los costes de depuración que también se ven reducidos. Cabe esperar que en un futuro se pueda reducir el porcentaje de aceite que contenga el tejido de punto al ser fabricado en maquinaria de última generación, con lo que todavía se obtendrán ahorros muy superiores.

#### **6.1.1.3. Sustitución de tensioactivos por tensioactivos biodegradables**

##### **Problemática tradicional**

En la industria textil, los tensioactivos se consumen en prácticamente todos los procesos que van desde la preparación y blanqueo hasta el apresto de los tejidos. Después de los procesos de tinte o estampado, habitualmente se somete el tejido a uno o varios lavados en los cuales se utilizan tensioactivos como agentes de lavado, que suelen provocar problemas de contaminación en las aguas residuales por la presencia de espuma y deficiente biodegradabilidad.

##### **Productos alternativos**

El objetivo consiste en sustituir los tensioactivos convencionales por tensioactivos biodegradables en un 80-90% en 24 horas, que generen una DQO inferior, tengan elevado poder dispersante y muy bajo poder espumante.

Las nuevas formulas de lavado implican incorporar a los baños de tratamiento una concentración del nuevo producto similar a las formulaciones tradicionales. Naturalmente, la concentración de tensioactivo biodegradable utilizada en cada caso depende del tipo de tejido, tipo y cantidad de impurezas a eliminar, y sistema de maquinaria, temperatura y tiempo adecuados a las características del producto final.

##### **Ámbito de aplicación**

En la industria textil los tensioactivos se consumen en prácticamente todos los procesos que van desde la preparación y blanqueo hasta el apresto de los tejidos. Los nuevos tensioactivos pueden aplicarse en la totalidad de instalaciones disponibles.

### **Beneficios de producción**

Los parámetros de producción se mantienen en el mismo orden que con los anteriores tensioactivos.

### **Beneficios ambientales**

De esta forma, se consigue incrementar la eficiencia de las plantas depuradoras. Además los tensioactivos biodegradables reduce el riesgo de alteraciones en el sistema hormonal de los peces.

### **Parámetros económicos**

A pesar de que los nuevos tensioactivos biodegradables son significativamente más caros que los anteriores, una buena gestión de la planta depuradora recomienda la implementación de esta técnica.

Algunas empresas españolas han empezado ya a trabajar con tensioactivos biodegradables, constatándose que el precio más elevado de estos productos puede verse compensado por una mayor eficiencia en la planta depuradora, dando lugar, por tanto, a un balance final favorable, tanto desde el punto de vista medioambiental como económico.

### *Bibliografía*

- *Sturm test (OECD 301 B)*
- *Informaciones técnicas de Bayer, Basf, Color Center S.A., Tenycol S.A.*

#### **6.1.1.4. Sustitución del proceso de tintura de lana por cromatado posterior por el proceso de tintura con colorantes reactivos**

##### **Problemática tradicional**

La tintura de hilados o tejidos de lana con colorantes al cromo y cromatado posterior, permite obtener buenas solidez finales de la tintura. Sin embargo, este proceso tiene graves inconvenientes:

- La producción se realiza en dos fases.
- Inevitablemente las aguas residuales contienen metales pesados (ej. cromo).
- El color final de la tintura no sólo depende del proceso de tintura con el colorante ácido sino también del proceso de cromatado posterior.

##### **Productos alternativos**

Existe una alternativa basada en la aplicación de los colorantes reactivos para lana, los cuales no contienen metales pesados, dan excelentes solidez finales, y se aplican en una sola fase.

### **Ámbito de aplicación**

La maquinaria adecuada para la tintura de hilados o de tejidos de lana es adecuada para este nuevo proceso de tintura.

### **Beneficios de proceso**

- Reducción del tiempo de tintura
- Reducción de la temperatura de tintura
- Mayor seguridad en el matiz final de la tintura

### **Beneficios ambientales**

Eliminación de los metales pesados en las aguas residuales.

### **Parámetros económicos**

- Mayor productividad de las instalaciones de tintura
- Más posibilidades para la automatización y robotización de los procesos de tintura

#### **6.1.1.5. Nuevos colorantes sulfurosos seleccionados**

##### **Problemática tradicional**

Los colorantes sulfurosos son ampliamente utilizados en el mundo para la tintura de fibras celulósicas. Los colorantes tradicionales, generalmente de bajo precio, contienen una elevada concentración de impurezas tales como sales, sulfuros y polisulfuros. Suelen presentarse en concentraciones relativamente bajas y dan rendimientos tintóreos bajos (es decir, que para conseguir matices intensos hay que poner cantidades importantes de colorante en el baño).

Se trata de colorantes de bajo agotamiento y, por lo tanto, las aguas residuales que se generan quedan tan coloreadas que las tinturas sólo resultan económicas cuando el baño se va reforzando y reutilizando para sucesivas tinturas.

##### **Productos alternativos**

Los nuevos colorantes sulfurosos presentan mejoras respecto a los tradicionales. Las principales son:

- Prácticamente libres de sulfuros y polisulfuros.
- Aumento de entre un 100 a un 150% de la concentración en la que se pueden adquirir.
- Utilización de sistemas binarios de agentes reductores, en sustitución de los sistemas tradicionales a base de sulfuro sódico en medio alcalino, que proporcionan muy buenos resultados, tanto desde el punto de vista técnico como el medioambiental. Los principales sistemas binarios de agentes reductores son:

- Glucosa + hidrosulfito
- Glucosa + hidroxicetona
- Glucosa + formamidina-ácido sulfinico
- Glucosa + ácido hidroximetansulfinico

### **Ámbito de aplicación**

Los nuevos colorantes sulfurosos son adecuados tanto para la tintura por sistema discontinuo como por sistema continuo, y son aplicables en las mismas instalaciones industriales en que se aplicaban los antiguos.

### **Beneficios de proceso**

Con los nuevos colorantes la productividad de las instalaciones puede aumentar.

### **Beneficios ambientales**

La utilización de estos nuevos colorantes sulfurosos permite:

- Reducción de la generación de envases de colorantes vacíos que deben ser gestionados y de costes de transporte.
- Minimización de las emisiones de SO<sub>2</sub> a la atmósfera.
- Reducción del consumo de agua.
- Reducción de la carga contaminante de los efluentes generados en la tintura y en los lavados posteriores, que presentan cantidades muy inferiores de sulfuros y polisulfuros, especies químicas reductoras que contribuyen de forma significativa a la DQO.

### **Parámetros económicos**

La utilización de estos nuevos colorantes sulfurosos permite reducir los costes de gestión de residuos, así como los costes de depuración de las aguas residuales.

### *Bibliografía*

- *Información técnica de Clariant Ibérica S.A.*  
*Diresul RDT concentrado.*
- *Revista de Química Textil n.º 113, 1993, pp. 74-86.*

#### **6.1.1.6. Nuevo sistema oxidante de tinturas hechas con colorantes sulfurosos**

##### **Problemática tradicional**

La oxidación es una etapa ineludible en el proceso de tintura con colorantes sulfurosos. La oxidación produce un cambio de color en la molécula de colorante y la insolubiliza dentro de la fibra.



Es habitual la utilización de sistemas oxidantes basados en bromatos, yodatos y cloritos que, debido a la presencia de halógenos, producen índices de AOX por encima de los límites legales en las aguas residuales del proceso.

Aunque, generalmente, pueden considerarse fuera de uso, dicha oxidación puede realizarse también con sistemas oxidantes en base a dicromatos, cosa que genera presencia de metales pesados en las aguas.

### **Productos alternativos**

La utilización de peróxidos en lugar de los sistemas oxidantes antes mencionados permite evitar tal problema. El nuevo agente oxidante Diresul EF consigue un efecto oxidante completo con las siguientes ventajas:

- Menor contribución al nivel de DQO de las aguas residuales
- Ausencia de metales pesados
- Índice de AOX dentro de los límites legales

### **Ámbito de aplicación**

El nuevo sistema oxidante puede aplicarse en todas las empresas ya existentes y no hay limitaciones en cuanto a su uso, ni por volumen de aplicación ni por otras circunstancias.

### **Beneficios de proceso**

El nuevo oxidante actúa de modo similar a los utilizados tradicionalmente pero permite una mejora en la calidad del producto al producir efectos de oxidación uniformes.

### **Beneficios ambientales**

- Disminución de la DQO de los baños oxidantes
- Ausencia de metales pesados en los baños residuales
- Ausencia de halógenos y, por lo tanto, disminución del parámetro AOX

### **Parámetros económicos**

Se pueden prever ahorros en los costes de depuración de aguas así como en el coste de producción, al conseguir oxidaciones más uniformes.

### *Bibliografía*

- *Información técnica de Clariant Ibérica S.A.*
- *Revista de Química Textil n.º 113, 1993, pp. 74-86.*

### 6.1.1.7. Nuevas fórmulas de baños reductores después de la tintura de poliéster con colorantes dispersos

#### Problemática tradicional

La tintura de hilados y tejidos de poliéster con colorantes dispersos requiere de un posterior proceso de eliminación del colorante disperso que queda en la superficie de las fibras mediante el denominado lavado reductor, el cual se formula con:

- 1-2 g/l hidrosulfito sódico (agente reductor)
- 1-2 g/l NaOH
- 1 cm<sup>3</sup>/l de agente dispersante

El baño reductor se lleva a una temperatura del orden de 70 °C durante un tiempo de 20 min..

La utilización de hidrosulfito sódico en exceso, que además puede contener sulfuro libre, provoca elevados niveles de DQO en las aguas residuales.

#### Producto alternativo

El objetivo general consiste en limitar la utilización de hidrosulfito sódico.

Los productos sustitutivos son:

- Dióxido de tiourea
- Hidroxiacetona (DQO = 1080 mg/l para el producto puro)
- Borohidruro de sodio

A continuación se presentan diversos ejemplos de utilización de dichos productos sustitutivos:

#### *Ejemplo n.º 1*

10 g/l de hidrosulfito sódico pueden ser sustituidos por 2,5 g/l de hidrosulfito sódico + 0,75 g/l de dióxido de tiourea.

#### *Ejemplo n.º 2*

La combinación de borohidruro sódico con hidrosulfito sódico también puede llevar a los mismos resultados que el hidrosulfito sódico solo.

#### *Ejemplo n.º 3*

De 1 a 3 g/l de hidroxiacetona son adecuados para sustituir el hidrosulfito sódico como baño reductor de tinturas de poliéster con colorantes dispersos.

### **Ámbito de aplicación**

Estos productos pueden aplicarse en las empresas preparadas para la tintura de fibras de poliéster con colorantes dispersos.

### **Beneficios de producción**

La solidez al frote y al lavado de los tejidos lavados con estos productos son las mismas que con el baño reductor tradicional.

### **Beneficios ambientales**

El balance medioambiental es positivo puesto que se consigue una reducción de la DQO en las aguas residuales.

### **Parámetros económicos**

Los beneficios económicos son los esencialmente derivados de los beneficios medioambientales, puesto que se consigue una reducción del coste del tratamiento de las aguas residuales.

## **6.1.2. Nuevas tecnologías**

### **6.1.2.1. El proceso Econtrol para la tintura de tejidos celulósicos con colorantes reactivos seleccionados**

#### **Problemática tradicional**

La tintura de tejidos de algodón y de otras fibras celulósicas con colorantes reactivos es una de las más importantes en la actualidad. Dicha tintura puede efectuarse o por procesos discontinuos, o por procesos semicontinuos o continuos.

Los procesos continuos de tintura, de los que hay muchas variantes, esencialmente se basan en:

1. Impregnación del tejido con la disolución de colorante reactivo junto con los productos auxiliares, entre los que se incorporaba la urea por razón de su carácter higroscópico.
2. Secado.
3. Vaporizado: durante la fase de vaporizado la presencia de urea ayuda a mantener un nivel de humedad sobre la fibra que es necesario para asegurar una buena difusión del colorante reactivo hacia el interior de la fibra y su posterior reacción química.
4. Lavado del tejido para eliminar todo el colorante que no haya reaccionado con la fibra.

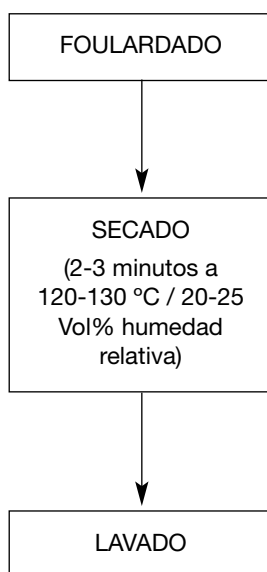
Existen diversos sistemas para llevar a cabo la tintura del tejido. La utilización de cualquiera de estos sistemas con colorantes reactivos implica el consumo de determinados productos químicos que aparecerán, inevitablemente, en las aguas residuales del proceso, además de presentar algunos problemas de calidad en función de los tejidos a procesar. Uno de estos productos químicos, como ya se ha mencionado antes, es la urea.

La urea contribuye a aumentar el nivel de nitrógeno en las aguas residuales por lo que es recomendable su progresiva reducción.

### Técnica alternativa

El proceso Econtrol proporciona una ruta de fijación en una etapa, lo que permite, en la industria actual, la tintura eficiente de lotes largos o cortos evitando tiempos largos de arrollado.

La secuencia fundamental de etapas se muestra en la siguiente figura:

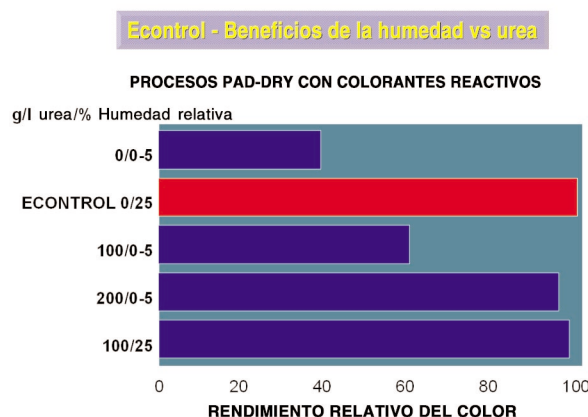


La innovación utiliza las leyes físicas de la evaporación del agua de la celulosa para proporcionar las condiciones óptimas de temperatura y humedad en la cámara de secado por aire caliente (Hot Flue), ideal para una fijación eficiente de los colorantes reactivos especialmente seleccionados. La introducción de nuevos colorantes, con relativamente alta reactividad, como Levafix CA, ha proporcionado una más amplia aplicación del proceso Econtrol.

Los principios de la fijación por Econtrol se basan en la temperatura del tejido conseguida durante el proceso de secado, que depende de la humedad relativa en la cámara de secado por aire caliente (Hot Flue). Bajo dichas condiciones el colorante reactivo inicia su fijación a la celulosa durante la etapa prolongada a la temperatura de bulbo de 68-69 °C, completando la fijación durante el aumento rápido de temperatura hasta el valor final de 120 °C.

El proceso Econtrol, además, evita la necesidad de utilizar urea, obteniendo un rendimiento máximo del color.

En la siguiente figura se muestra la comparación entre el rendimiento de color obtenido en un proceso Pad-dry<sup>6</sup> con colorantes reactivos, con y sin Econtrol (con distintas condiciones de concentración de urea y humedad relativa).



Proceso Econtrol: Concentración de urea / Humedad vs Rendimiento del color

La receta general del proceso de foulardado mediante Econtrol sería:

- X g/l de colorante reactivo
- Y g/l de álcali (dependiente del colorante reactivo)
- 1-2 g/l de agente humectante
- 0-10 g/l de antimigrante (dependiendo del tejido)

### Ámbito de aplicación

Actualmente, Econtrol es un proceso bien establecido con ventajas demostrables sobre otros procesos más tradicionales de foulardado. A medida que las demandas técnicas y comerciales en la industria textil aumentan, el proceso Econtrol tiende a una importante contribución proporcionando una producción en continuo de tejidos tintados de forma rápida, económicamente viable, medioambientalmente aceptable, y de alta calidad.

<sup>6</sup> **Pad-batch:** el tejido se impregna del baño de tinte al ancho en un foulard y, posteriormente, pasa entre dos rodillos, que realizan un exprimido al ancho. Después, el tejido es enrollado sobre un plegador a tensión constante, y recubierto con film plástico para evitar evaporaciones localizadas. El plegador se mantiene en rotación, en frío, durante las horas necesarias para que se produzca la reacción.

**Pad-dry:** el tejido se impregna del baño de tinte, o de apresto al ancho en un foulard y, posteriormente, se aplica un tratamiento térmico en rame. Se seca también al ancho (muchos de los aprestos al final del proceso se aplican de esta forma).

**Pad-dry-termofijado:** como el caso anterior, pero con una etapa posterior de termofijado en un rame.

## **Beneficios de producción**

Beneficios de maquinaria:

- No es necesario pre-secador de infrarrojos
- No es necesario vaporizador
- No son necesarias estaciones de batch/rotación
- Aumento del tiempo de vida de la maquinaria puesto que no se utilizan auxiliares químicos como sal o silicatos
- Proceso ideal para tecnologías versátiles
- Eficiencia energética por control de la humedad óptima

Beneficios del proceso:

- El proceso continuo es más simple y corto
- Se evitan secuencias de arrollado improductivas
- Se obtienen mejores rendimientos de fijación del color que con el sistema pad-batch<sup>4</sup>
- Opción ideal para lotes cortos
- Lavado eficiente en ausencia de sal

Beneficios en el tejido:

- Fácil manipulación debido a condiciones de fijación suaves.
- Minimización de la migración por fijación rápida y control de humedad —especialmente importante en tejidos con pelo.
- No roturas en tejidos con pelo (frecuentes en el sistema pad-batch<sup>4</sup>).
- Mejora de la solidez al roce de tejidos con pelo debido a una mejor migración del colorante a las puntas.
- Mejora de la penetración en tejidos difíciles (comparado con pad/termofijado<sup>4</sup>) debido a la presencia de humedad a temperaturas altas del tejido.
- Mejora de la cobertura del algodón inmaduro comparado con el sistema pad-batch o con la tinte por agotamiento.
- Mejor difusión en tejidos de celulosa regenerada que otros métodos de pad-dry/termofijado<sup>4</sup>.
- Versatilidad – se pueden teñir una gran variedad de tejidos.
- No efecto moaré.

## **Beneficios ambientales**

- No se consume ni urea, ni sales (cloruro/sulfato), ni silicato sódico, con lo que se consigue una reducción de la carga contaminante de las aguas residuales.
- Se reduce el consumo de energía.

## **Parámetros económicos**

La aplicación de esta técnica requiere la adquisición de la instalación que ya se ha descrito.

Los beneficios económicos del proceso Econtrol se han documentado ampliamente. Incluyen:

- Menores costes en auxiliares químicos, gracias a que no es necesario el uso de silicato sódico, cloruro sódico o urea en la formulación del baño de tintura. En muchos casos, el consumo de colorante también es menor en el proceso Econtrol en comparación con otros procesos, como el pad-batch.
- Menor coste de vapor.
- Menor coste derivado del consumo energético.
- Menor coste de depuración de aguas residuales.

Si se tiene en cuenta el aumento de productividad debido a la eliminación de tiempos de arrollado elevados, queda patente que el proceso Econtrol puede ofrecer ahorros significativos sobre el pad-batch (Tabla 1). A pesar del menor coste en maquinaria en el proceso pad-batch, el proceso Econtrol se ha confirmado como el más efectivo en la reducción de costes en términos del coste total del proceso.

**Tabla 26: Consumo de colorante / productos químicos**

(Algodón mercerizado, 300 g/m<sup>2</sup>, 75% de impregnación del baño de foulardado)

	<b>PAD-BATCH (Método silicato sódico)</b>	<b>ECONTROL</b>	<b>DIFERENCIA (%)</b>
Levafix Yellow CA	15,0 g/l	13,7 g/l	-8,7
Levafix Red CA	12,0 g/l	11,6 g/l	-3,3
Levafix Navy CA	10,4 g/l	10,1 g/l	-2,9
<b>Colorante total</b>	<b>37,4 g/l</b>	<b>35,4 g/l</b>	<b>-5,3</b>
Urea	100 g/l	—	-100
Agente humectante	2 g/l	2 g/l	0
Silicato sódico 38° Bé	50 ml/l	—	-100
Licor cáustico 50%	14 ml/l	6 ml/l	-57
Carbonato sódico	—	10 g/l	—
<b>Total de productos químicos</b>	<b>166 g/l</b>	<b>18 g/l</b>	<b>-89</b>
Digestión	12 horas	2 minutos	

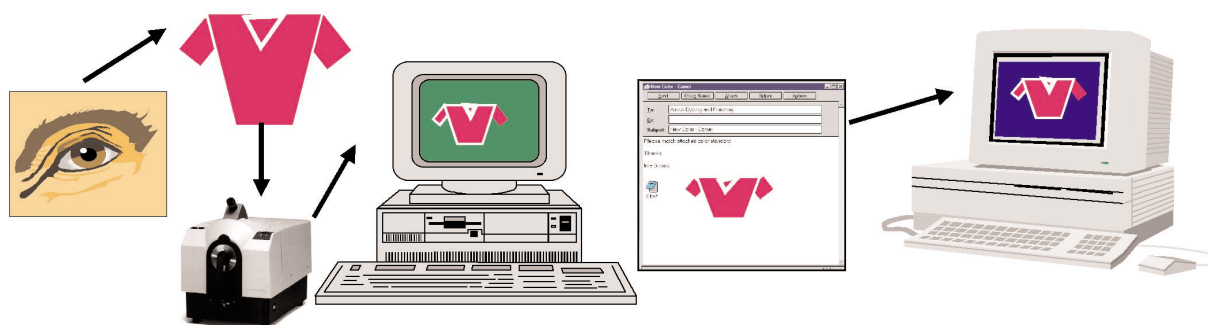
### 6.1.2.2. Colorite

#### Problemática tradicional

Habitualmente, el fabricante de tejido acabado debe proporcionar a sus clientes muestras del tejido, en los colores solicitados por el cliente. En otras ocasiones, deben producirse modelos físicos de algunas tallas antes de que el cliente decida adquirir una partida. Ello conlleva un complejo proceso de tintura, estampación y acabado de pequeños metrajes y confección prenda a prenda, que ocasionan consumos de recursos y generación de efluentes y residuos superiores, proporcionalmente, a los que se generan con partidas más grandes.

### Técnica alternativa

Colorite es un programa informático mediante el cual es posible ver el color real de una muestra en pantalla y sobre texturas diferentes. Esta información es posible enviarla mediante correo electrónico a cualquier otra parte del mundo con la total garantía de que allí se verá exactamente el mismo color (color real). Es una nueva herramienta para la comunicación del color.



### Ámbito de aplicación

Adaptable a cualquier planta en funcionamiento que trabaje con la comunicación del color: tintorerías, confeccionistas, diseñadores, etc.

### Beneficios de producción

Los beneficios más significativos son:

- Reducción del tiempo y el costo en el envío de muestras
- Mayor agilidad en la comunicación del color correcto
- Reducción de partidas defectuosas gracias al control visual del color a través de un monitor

### Beneficios ambientales

La realización de menos muestras revierte en que se eliminan los residuos (restos de colorantes y auxiliares de prueba, restos de aprestos, restos de pastas de estampación, etc.) y las aguas residuales generadas en la preparación de muestrarios.

### Parámetros económicos

Aunque la aplicación de dicha tecnología supone el coste de su adquisición, este coste es fácilmente amortizable gracias al ahorro en gastos de envío de muestras y en la realización de muestras desechables o que acaban descartándose.

Cada vez es mayor el número de empresas que han implantado esta nueva técnica de comunicación. Entre las referencias existentes se encuentran:



- USA: Wal-Mart, Burlington, Burke Mills, Fruit of the Loom, Guilford Mills
- Europa: Oaxley Threads, Penn Nyla, Marks & Spencer, Textured Jersey, Triumph, Courtalds

### **6.1.2.3. Recuperación y reutilización de pastas de estampación**

#### **Problemática tradicional**

La pasta de estampación que queda en el sistema de estampación rotativa después de finalizado el proceso de estampación, se elimina durante la limpieza de los distintos elementos del equipo: moldes, sistemas de rasqueta, conducciones, bidones, etc. Ello supone una importante pérdida de colorantes y pasta de estampación, con todos los productos químicos necesarios, con la correspondiente contaminación de las aguas residuales. Debe mencionarse también la pérdida de producción como consecuencia de los tiempos de lavado de todo el sistema.

Si no existe instalación de recuperación de pastas, por cada color estampado se estima que se pierden, aproximadamente, 2,8 kg de pasta de estampación en máquina estrecha y 3,8 kg de pasta de estampación en máquina ancha. Al multiplicarlo por el número de colores que puede llegar a tener un diseño (8-9) y por el número de cambios de estampación que se pueden llegar a realizar a lo largo del año (aprox. 6.000), se obtiene que, anualmente, se pierden entre 134 y 205 t de pastas de estampación que, en su mayoría, van a parar a las aguas residuales o, en el mejor de los casos, son parcialmente segregadas como residuos.

#### **Técnica alternativa**

La nueva tecnología patentada (sistema realizado por Stork Brabant, Boxmeer, The Netherlands) consigue limpiar y recuperar la pasta de estampación de los conductos del sistema de estampación.

Con este sistema de recuperación de pasta, se estima que los restos pasarían a ser de 1,1 kg de pasta en máquina estrecha y 1,8 kg en máquina ancha.

La pasta recuperada (entre el 60 y el 75%) podrá ser reutilizada como un componente para las pastas de estampación posteriores, si se dispone del equipo de colorimetría y el software adecuados, o bien podrán ser gestionadas como residuos.

#### **Ámbito de aplicación**

Esta técnica puede ser aplicada en la mayoría de máquinas de estampación rotativa mediante cilindros microperforados y, preferentemente en las máquinas de estampación Stork.

#### **Beneficios de producción**

Los beneficios de producción derivan del menor consumo de colorantes y de pastas de estampación gracias a la recuperación que se consigue.

### **Beneficios ambientales**

La recuperación de pastas permite:

- Reducción de la carga contaminante de las aguas residuales generadas en la limpieza de los equipos de estampación.
- Correcta gestión, como residuo, de las pastas recuperadas y no reutilizadas.
- Reducción en el consumo de agua para operaciones de limpieza.
- Reducción de consumo de reactivos y energía en la depuración de las aguas residuales.

### **Parámetros económicos**

Aunque la instalación para la recuperación de las pastas requiere una inversión inicial, el ahorro anual puede llegar a unos 48.000 Euros.

#### **6.1.2.4. Tratamiento reductor después de la tintura de poliéster con colorantes dispersos en el mismo baño de tintura**

##### **Problemática tradicional**

Tradicionalmente, después de la tintura del poliéster a 130 °C, el baño de tintura debe ser enfriado a 70 °C y, posteriormente se tira, y se introducen en el nuevo baño los siguientes productos:

- NaOH
- Hidrosulfito sódico (agente reductor)
- Agente dispersante

El baño reductor se efectúa a 80 °C durante 20 min. A continuación, el baño se tira y uno o dos baños adicionales deben gastarse para eliminar los agentes reductores y los álcalis residuales.

##### **Técnica alternativa**

Una nueva formulación de productos tensioactivos permite, en muchos casos, efectuar el baño reductor en el mismo baño de tintura, durante el ciclo de enfriado entre 130 y 70 °C.

Al final de la tintura a 130 °C, se inicia el enfriado del baño. Cuando se llega aproximadamente a 98 °C, se introducen en máquina los siguientes productos:

Tenyclear PES.....3g/l (producto que contiene dióxido de tiourea, álcali, agentes dispersantes, etc.)

Durante el enfriado hasta 70 °C durante 20 min., el producto lleva a cabo el lavado reductor del poliéster.

### **Ámbito de aplicación**

La maquinaria de tintura debe estar preparada para la adición programada de los productos a temperaturas cercanas a 100 °C.

### **Beneficios de producción**

Incremento de productividad de la fábrica por la reducción en el tiempo global de proceso.

### **Beneficios ambientales**

- Reducción en el consumo de agua
- Reducción en el consumo de energía
- Reducción de la carga contaminante de las aguas residuales generadas

### **Parámetros económicos**

En caso de que la maquinaria de la cual se dispone para realizar la tintura no permita la adición programada de productos químicos y auxiliares a temperaturas alrededor de 100 °C, se deberá tener en cuenta el coste de inversión en la adquisición de nueva maquinaria.

Por otra parte, se obtiene una reducción en el coste global del proceso de tintura debido al menor consumo de recursos y de productos químicos.

### *Bibliografía*

- *Información técnica de Tenycol S.A.*

### **6.1.2.5. Máquina de tintura jet-overflow con movimiento del tejido mediante un sistema aire-agua**

#### **Problemática tradicional**

Las máquinas tipo jet-overflow consiguen un mayor contacto baño de tintura-tejido a través de un flujo coaxial del baño de tintura y del tejido.

La mayoría de estas máquinas operaban con relaciones de baño (proporción de kg tejido/litros de baño) entre 1:8 y 1:12, en función del tipo de máquina y del tipo de tejido a procesar.

#### **Técnica alternativa**

Se trata de una máquina que, con un sistema agua-aire, puede guiar el tejido dentro de la máquina. Ello permite funcionar a muy baja relación de baño, del orden de 1:4, con ciclos de enfriamiento y calentamiento más rápidos que en las máquinas convencionales.

### **Ámbito de aplicación**

Esta máquina implica la sustitución de las máquinas tradicionales, pudiendo instalarse en las mismas plantas que las anteriores.

### **Beneficios de producción**

La máquina es completamente automática en lo que respecta a los ciclos de tintura, adición de productos, etc.

El nuevo sistema consigue un movimiento suave del tejido y que los dobleces del tejido varíen de posición a cada vuelta de la cuerda de tejido, cosa que evita arrugas permanentes que disminuirían la calidad del producto.

### **Beneficios ambientales**

Esta máquina permite un ahorro energético al tener ciclos de enfriamiento y calentamiento más rápidos que en las máquinas convencionales, y ahorro de agua al trabajar con muy baja relación de baño.

### **Parámetros económicos**

Debe considerarse el coste de adquisición de la nueva maquinaria.

En cuanto al ahorro conseguido, cabe contabilizar el que implica la disminución de consumo de agua y de energía.

### *Bibliografía*

- *Información técnica de la máquina "Airtint". Argelich y Termes.*

## **6.1.2.6. Liposomas como auxiliares para la tintura de la lana**

### **Problemática tradicional**

La tintura de lana es un proceso generalmente largo y costoso. Dado que la fibra de lana tiene capacidad para enfieltarse, y puede deformarse debido a su carácter hidrotermoplástico, la calidad final del tejido es muy dependiente del tiempo de proceso, además de la temperatura y del pH del baño. Los baños de tintura además de contener los colorantes y los productos químicos necesarios, deben llevar cantidades suficientes de productos igualadores y electrolitos (sales solubles), por lo que el DQO de las aguas residuales de la tintura es elevado.

### **Técnica alternativa**

La utilización de liposomas como productos auxiliares en la tintura de la lana con colorantes ácidos permite teñir la lana obteniendo buenos agotamientos, a 80 °C (temperatura inferior a la utilizada en el sistema tradicional) durante 40 min., lo que implica:

- Menor dañado superficial de la lana
- Ahorro energético
- No utilizar electrolito
- Menor DQO en las aguas residuales de la tintura

La utilización de liposomas como productos auxiliares en la tintura de la lana con colorantes ácidos se realiza en un baño que contenga:

- Lipopur (liposoma)..... 0.1-0.2% s.p.f.
- Ácido fórmico ..... pH predeterminado
- Colorante ácido

En el caso de mezclas de lana/poliéster, la temperatura debe elevarse a 100 °C, adicionando una baja concentración de carriers, de forma que el colorante disperso agota sobre el poliéster. No obstante, es necesario tener en cuenta que los liposomas pueden llevar a la difusión del colorante disperso al interior de la fibra de lana, de forma que es necesario llevar a cabo ensayos de los colorantes dispersos para la tintura con liposomas para evitar posteriores problemas de solidez de la tintura.

### **Ámbito de aplicación**

Todas las plantas preparadas para la tintura de la lana pueden utilizar la tintura de lana con liposomas.

### **Beneficios de producción**

Además del incremento de la productividad de la instalación de tintura como consecuencia de los datos expuestos, la calidad de los artículos teñidos mejora.

El tratamiento de la lana a temperaturas más bajas conduce a un tejido mas suave.

### **Beneficios ambientales**

El proceso de tintura no consume electrolito, con lo cual se reduce la conductividad de las aguas residuales generadas.

La formulación del baño de tintura con liposomas presenta menor DQO (reducción de hasta un 50%) que los baños de tintura tradicionales.

### **Parámetros económicos**

El mayor coste de los liposomas se compensa por ahorros energéticos (al teñir a menor temperatura) y mejor calidad del tejido con lo que el coste global es favorable al nuevo proceso.

1. Ahorro de productos químicos en euros para 100 kg de lana teñida

**Tabla 27**

PRODUCTO	COSTE TINTURA NORMAL (€ /100 kg)	COSTE TINTURA CON LIPOSOMAS (€ /100 kg)
Ácido sulfúrico	0,23	0,23
Sulfato sódico anhidro	0,95	—
Esterol Pag	1,45	—
Lipopur	—	0,57
<b>Coste total</b>	<b>2,63</b>	<b>0,81</b>
<b>Ahorro</b>		<b>69,4%</b>

2. Ahorro en energía en euros para 100 kg de lana teñida

**Tabla 28**

TIPO DE TINTURA	KG DE VAPOR	COSTE (€ /100 kg)
Tintura normal	0,09	0,43
Tintura con liposomas	0,08	0,36
<b>Ahorro</b>		<b>15,6%</b>

3. Ahorro total en euros para 100 kg de lana teñida

**Tabla 29**

PROCESO	PRODUCTOS QUÍMICOS	VAPOR	TOTAL
Tintura normal	2,63	0,43	3,06
Tintura con liposomas	0,81	0,36	1,16
<b>Ahorro</b>			<b>62%</b>

4. Ahorro de cánon de vertido

En un caso concreto, la tintura con liposomas ha permitido reducir la concentración de sulfatos en un 30% y la DQO en 200 unidades. La reducción del nivel de los parámetros en base a los cuales se calcula el canon de vertido ha supuesto una reducción de tipo de 0,2 €/m<sup>3</sup>.

*Bibliografía*

- Información técnica de Color Center S.A.

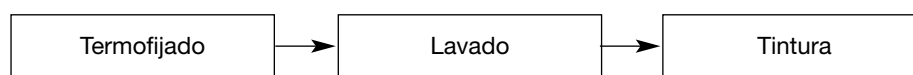
### 6.1.2.7. Lavado de tejidos de punto elásticos antes del proceso de termofijado

#### Problemática tradicional

Los tejidos de punto elásticos de fibras químicas (poliéster o poliamida) con filamentos de Spandex, suelen someterse a una primera etapa de termofijado del tejido, que se realiza en un rame, para evitar imperfecciones en las posteriores etapas de lavado, y tintura.

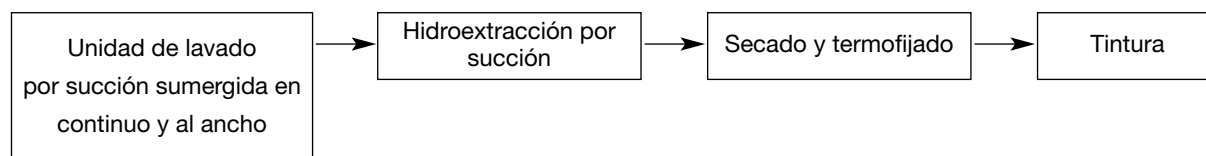
Los filamentos de Spandex contienen elevadas cantidades de aceites procedentes de la etapa de tejeduría, que deben ser eliminados antes de la tintura. Estos aceites dan lugar a importantes emisiones de humos durante el proceso de termofijado. Los aceites residuales que todavía quedan en el tejido después del termofijado son más difícilmente eliminables en los lavados sucesivos, cosa que puede comprometer la calidad final de la tintura.

Proceso tradicional:



#### Técnica alternativa

El nuevo proceso propone el lavado del tejido elástico de punto para eliminar los aceites de tejeduría antes del termofijado.



La aplicación de esta tecnología permite minimizar las emisiones de humos en el rame, ahorrar agua en el lavado y aumentar la productividad.

Para obtener un resultado óptimo aplicando esta técnica, es conveniente la sustitución de los aceites tradicionales por aceites hidrosolubles durante la producción de tejido de punto, puesto que los aceites hidrosolubles son más fácilmente eliminables en una primera etapa de lavado en continuo.

Este lavado inicial en continuo se lleva a cabo en una unidad SHARK-2000 de TVE-Escalé de succión sumergida (dos etapas), con una hidroextracción posterior por succión. A continuación, el tejido de punto se pasa por el rame, en donde tiene lugar el termofijado. Con ello se consigue que el tejido entre al rame húmedo pero no mojado, con lo que en los primeros campos del rame, mientras se va eliminando esta humedad, la estructura global del tejido de punto se va uniformizando.

En la unidad de lavado de TVE-Escalé el flujo de baño de lavado a través del tejido puede ser regulado entre 100-2.000 l/min. Toda el agua utilizada para el lavado es reciclada. A medida que el tejido sale del baño, pasa a través de una sección de esprayado de aire y de rodillos de presión

que consiguen la hidroextracción. Un sistema de compensadores controlan la tensión del tejido y la regularidad de la alimentación al rame.

Una vez realizado el lavado y el termofijado, se puede proceder a la tintura y al acabado.

### **Ámbito de aplicación**

La aplicación de esta nueva tecnología requiere dotarse de la unidad de lavado que se ha descrito, la cual puede adaptarse justo antes de la máquina rame en la cual se efectuará el secado y el termofijado.

### **Beneficios de producción**

La productividad global del proceso de lavado y tintura de tejidos de punto elásticos aumenta del orden de un 20%.

### **Beneficios ambientales**

- Reducción de la emisión de humos procedentes de los aceites de tejeduría
- Ahorro de un 50% del agua de los procesos de lavado
- Mejora del ambiente de las secciones de trabajo

### **Parámetros económicos**

Se requiere la adquisición de la máquina descrita.

Por lo que respecta a los ahorros conseguidos, se trata básicamente, del debido a la disminución del consumo de agua en los procesos de lavado.

### *Bibliografía*

- *Información técnica de TVE-Escalé.*
- *International Dyer, octubre 2000, p. 28.*

### **6.1.2.8. Acabado de fácil cuidado bajo en formaldehído**

#### **Problemática tradicional**

El acabado “fácil cuidado” (easy care) en fibras celulósicas es un acabado resistente al lavado que mejora el confort y proporciona características de lavado fácil al tejido, lo que para el consumidor implica:

- Mejor estabilidad dimensional
- Mejor recuperación del arrugado
- Plancha fácil



Se consiguen estos efectos aplicando resinas que reaccionan con la cadena celulósica de la fibra y consigo mismas, en presencia de un catalizador adecuado, bajo condiciones predeterminadas de temperatura y tiempo de reacción. Con determinados productos químicos y determinados procesos de apresto, si el tejido aprestado debe lavarse industrialmente y los productos químicos hubiesen generado formaldehído libre, este producto podría aparecer en las aguas residuales que van a la planta depuradora generando graves inconvenientes. Según cual sea el proceso de apresto, si la última etapa es un paso por rame y se hubiese generado formaldehído libre, éste podría aparecer en el aire de salida del rame.

### Técnica alternativa

Puesto que las prendas de algodón y viscosa con propiedades de fácil plancha, buena recuperación al arrugado y buena estabilidad dimensional y de forma son cada vez más deseados por los consumidores, es necesario conseguir estas propiedades con un bajo contenido en formaldehído libre en el tejido para preservar la salud del consumidor y evitando al máximo las emisiones a la atmósfera de dicho producto.

El objetivo principal es el de conseguir un contenido en formaldehído libre menor de 75 ppm (de acuerdo con la ley 112 (Japón)).

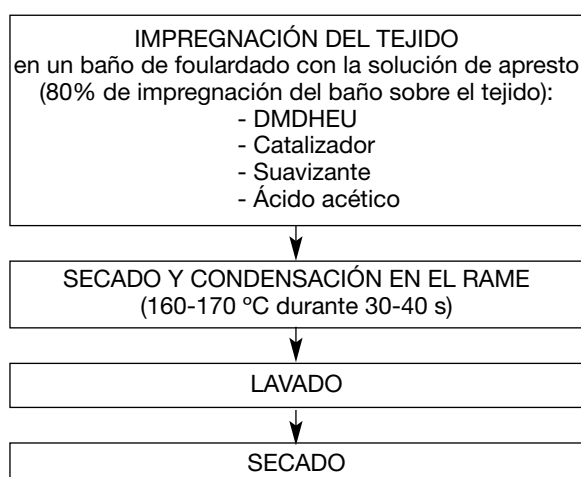
Uno de los productos más utilizados, en sustitución del formaldehído, está basado en la dimetiloldihidroxietilenurea químicamente modificada (DMDHEU modificada).

Para llevar a cabo este proceso se pueden utilizar tres procedimientos diferentes:

1. Reticulación en seco
2. Reticulación en húmedo
3. Reticulación en mojado

Debido a su complejidad, no se utiliza el procedimiento 3. En la industria europea el procedimiento más utilizado es el 1, reticulación en seco, el cual requiere de un foulard para la impregnación de las resinas al ancho del tejido, y de un rame de un número suficiente de campos de temperatura, para poder efectuar el proceso a una velocidad industrialmente competitiva. La mayoría de empresas de ennoblecimiento textil en España, disponen de estos equipos.

El esquema de producción es el siguiente:



### **Ámbito de aplicación**

- Tejidos de calada, de algodón y viscosa
- Tejidos de punto, de algodón y viscosa

Empresas de tintura y/o aprestos que, naturalmente, dispongan de la maquinaria adecuada.

### **Beneficios de producción**

El interés de la nueva técnica estriba en el cumplimiento de una legislación medioambiental más exigente, por tanto la producción queda inalterada.

### **Beneficios ambientales**

Al reducir el nivel de formaldehído libre, se reduce su presencia, tanto en las aguas residuales como en las emisiones a la atmósfera.

### **Parámetros económicos**

En caso de no disponer maquinaria para la reticulación en seco, será necesaria adquirirla.

En la medida que los consumidores aprecien las prendas más respetuosas con el medio ambiente el proceso irá tomando progresiva importancia.

#### **6.1.2.9. Proceso de biodescrudado de tejidos de algodón y sus mezclas en procesos discontinuos tipo overflow**

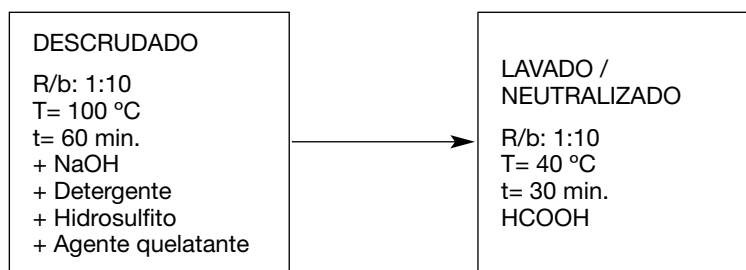
##### **Problemática tradicional**

La materia textil de algodón, tanto floca como hilo como tejido, que se debe banquear y/o teñir se debe someter, previamente, a un proceso de descrudado que se efectúa con hidróxido sódico, detergentes, secuestrantes y pequeñas cantidades de productos reductores. Con ello, y trabajando a temperaturas de 100 °C y a tiempos de 1h a 1,5 h se atacan químicamente las ceras, pectinas y hemicelulosas del algodón, que se extraen y pasan al baño, de forma que se generan aguas residuales alcalinas con importante carga orgánica.

El proceso de descrudado del algodón es esencial para garantizar los procesos posteriores de blanqueo, tintura, estampado y acabados.

Este proceso no es ni selectivo ni específico, y conduce a una pérdida de peso del 3-6% que corresponde a las impurezas que acompañan a la celulosa de la fibra. El proceso debe también eliminar las sustancias hidrofóbicas añadidas, como aceites de hilatura y de tejeduría en el caso de tejido de punto, etc.

El tejido obtenido debe ser lavado con agua y, dependiendo de las necesidades del siguiente proceso, debe ser neutralizado, lo que implica un segundo baño.



El conjunto de las dos etapas implica:

Consumo de agua: 20 l/kg de tejido

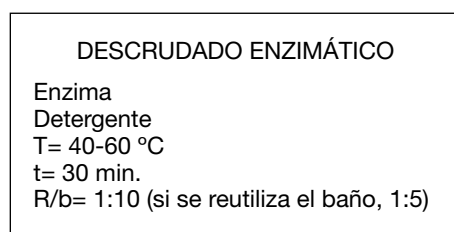
t de proceso = 90 min.

Características aguas residuales: DBO - elevada  
DQO - elevada  
Sales solubles (conductividad)

### Técnica alternativa

Se trata de sustituir el descrudado químico tradicional por un descrudado enzimático.

Es muy importante llevar a cabo un estudio de tintabilidad en cada uno de estos casos, puesto que dependiendo del proceso de descrudado existirá una afinidad y agotamiento diferentes de los colorantes utilizados en la tintura posterior del algodón.



El proceso de biodescrudado con enzimas es específico y solamente degrada la parte de impurezas que es necesario eliminar. La pérdida de peso del tejido es menor y el resto de degradación química de la celulosa prácticamente es inexistente. Los niveles de DQO y DBO de las aguas residuales que se generan son mucho menores debido al hecho de que la cantidad de impurezas extraídas y/o degradadas es mucho menor.

El baño de tratamiento puede ser reutilizado a menudo en un tratamiento posterior.

Si se utiliza un detergente biodegradable, las aguas residuales pueden ser reutilizadas para el lavado de los tejidos teñidos.

### Ámbito de aplicación

Este nuevo proceso es aplicable a plantas nuevas y existentes que ya lleven a cabo procesos de descrudado.

### Beneficios de producción

Los tiempos de proceso son más breves. Las pérdidas de peso de la materia descrudada son menores y la calidad general del tejido descrudado es mejor que en el descrudado tradicional.

### Beneficios ambientales

En un caso particular, los beneficios medioambientales pueden resumirse en:

DQO del descrudado convencional con NaOH ..... 3.690 mg/l

DQO del biodescrudado..... 1.760 mg/l

En el caso del biodescrudado y blanqueo de tejido de algodón, los datos del consumo de agua y de productos químicos y el nivel de contaminación de las aguas residuales, calculadas sobre una producción de 1.000 Tm/año se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 30**

<b>PRODUCTO QUÍMICOS, AGUA Y CARGA CONTAMINANTE DE AGUAS RESIDUALES</b>	<b>PROCESO ALCALINO TRADICIONAL</b>	<b>PROCESO DE BIODESCRUDADO</b>
NaOH	500 t	100 t
Ácidos orgánicos	500 t	75 t
Tensioactivos	30 t	30 t
Agentes de quelación	15 t	15 t
Estabilizadores	30 t	15 t
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	250 t	200 t
Aguas de aclarado	>100 Mill m <sup>3</sup>	<40 Mill m <sup>3</sup>
DBO	>1.000 mg/l	<350 mg/l
DQO	>1.500 mg/l	<500 mg/l
Total de sólidos solubles	>2.500 mg/l	<1.000 mg/l

Por tanto, el proceso de descrudado enzimático permite un ahorro energético, una disminución del consumo de productos químicos, un ahorro de agua considerable y una reducción muy importante de la carga contaminante de las aguas residuales que se generan en el proceso.

### Parámetros económicos

Aunque las enzimas son más caras que los productos convencionales de descrudado, el interés económico de esta nueva técnica depende de los costes de depuración, los costes de suministro de agua y los costos de los productos químicos utilizados en los procesos industriales, que van variando con el tiempo de acuerdo con la legislación medioambiental cada vez más estricta.

## Bibliografía

- J.L. López – Novo Nordisk  
“Biopreparación del algodón- un nuevo concepto enzimático”.  
*Revista de Química Textil*, n.º 145 (1999), pp. 66-75.

### 6.1.2.10. Pretratamiento del algodón con agentes de cationizado

#### Problemática tradicional

En el sentido en el que actualmente se está utilizando esta técnica, no hay referentes tradicionales.

#### Descripción de la técnica

El pretratamiento de tejidos de algodón con agentes de cationizado produce una fibra que puede ser teñida con colorantes directos a pH = 7, en ausencia de electrolito y con elevado agotamiento del colorante sobre la fibra.

Los agentes de cationizado pueden ser biopolímeros como el quitosano, y productos con reactividad con la celulosa como:

- Compuestos cuaternarios amónicos epoxy
- Poli epiclorhidrina dimetilamina
- Agentes haloheterocíclicos mono y bis-reactivos

#### Ámbito de aplicación

Tejidos de algodón y mezclas con fibras químicas destinados a procesos de acabado envejecido y determinados efectos de moda.

Tiene interés creciente en las empresas dedicadas a la tintura de prendas ya confeccionadas.

Dependiendo de las condiciones finales del tejido a fabricar se podrá llevar a cabo o no este pretratamiento.

#### Beneficios de producción

Se facilita considerablemente el proceso de tintura-acabado de prendas confeccionadas.

#### Beneficios ambientales

Con este pretratamiento se consigue un menor consumo de productos químicos, menor conductividad de las aguas residuales y menor coloreado de las mismas.

## Parámetros económicos

Este pretratamiento es más caro que la forma usual de realizar las tinturas, pero permite conseguir nuevos efectos sobre el tejido teñido.

### Bibliografía

- Y. A. Youssef, *JSDC*, Vol. 116, oct. 2000, pp. 316-322.

## 6.1.2.11. Realización de muestras por estampación digital

### Problemática tradicional

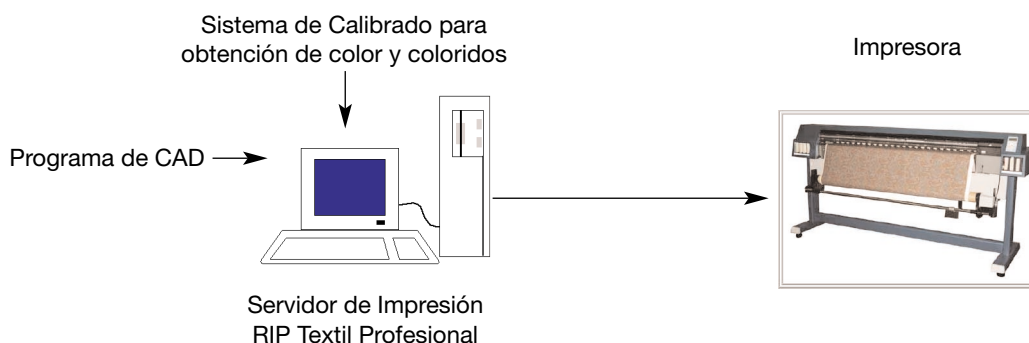
El proceso desde la compra de un diseño, generalmente en soporte papel, hasta que llegan al mercado las prendas estampadas es extraordinariamente largo y costoso.

Habitualmente, el fabricante de tejidos estampados debe proporcionar a sus clientes muestras del tejido, en las combinaciones de color propuestas y, en ocasiones, incluso prendas confeccionadas. Ello conlleva un complejísimo proceso de estampación de pequeños metrajés, confección prenda a prenda, etc. que ocasionan consumos de recursos y generación de efluentes y residuos superiores, proporcionalmente, a los que se generan con partidas más grandes. Además, se debe realizar el grabado de cilindros que, en ocasiones, sólo son utilizados para la preparación de dichas muestras, con el consiguiente gasto para la empresa.

### Técnica alternativa

Gracias a la nueva técnica de estampación digital, es posible realizar las muestras sobre tejido de los diseños creados para estampación, sin la necesidad de proceder al proceso de grabación y creación de cilindros, y sin necesidad de llevar a cabo el proceso físico de la estampación como luego se llevaría a cabo en fábrica.

Conectando uno o varios sistemas de CAD (diseño asistido por ordenador) a una impresora digital sobre tejido, es posible realizar las muestras con diferentes tipos de colorantes: reactivos, ácidos, dispersos y pigmentos. Esto permite obtener después una reproducibilidad con los resultados que se vayan a obtener en producción tradicional. La impresora digital está controlada por un servidor de impresión (RIP) que permite almacenar los trabajos y optimizar su funcionamiento.



Cada tipo de combinación de fibras en el tejido (de punto o de calada) requiere un proceso de preparación del tejido diferente y un conjunto de tintas adecuado con afinidad al tejido.

En la mayoría de los casos, el tejido que ha recibido las tintas debe ser secado y, posteriormente, los colorantes deben ser fijados sobre la fibra en una máquina adecuada. Posteriormente, el tejido debe ser lavado y acabado.

### **Ámbito de aplicación**

Estampación de tejidos (preparados para estampación) de algodón, de poliéster, de seda, de lana.

Posibilidad de crear combinaciones exclusivas en pequeños metrajés.

Esta técnica puede ser aplicable a pequeña o gran escala, simplemente incrementando el número de impresoras digitales. Dependiendo del volumen de muestras, será necesario más de una unidad. El espacio necesario para la instalación dependerá del número de impresoras (tamaño 210 cm de ancho aprox.).

Cada vez es mayor el número de empresas que está implantando esta técnica a nivel de producción de muestras. En Italia existen ya varias plantas en las que se trabaja con varias impresoras en línea sobre seda para realizar estampados de gran resolución.

### **Beneficios de proceso**

Esta técnica permite dar una respuesta rápida a las demandas del mercado, puesto que permite la visualización más rápida del diseño creado sobre diferentes tejidos. Además, posibilita llevar a cabo pequeñas producciones sin pasar por producción tradicional.

No obstante las máquinas de estampación digital producen entre 100 y 200 m<sup>2</sup> por hora, producción significativamente inferior a la que se puede obtener por el sistema tradicional. Sin embargo, se evitan determinadas operaciones respecto al proceso de estampación tradicional.

El mantenimiento de los inyectores de tinta es aún un parámetro crítico.

### **Beneficios ambientales**

Reducción de la generación de restos de pastas de estampación, del consumo de agua en operaciones de limpieza de dichos restos y de la carga contaminante de las aguas residuales.

### **Parámetros económicos**

Dependiendo de la impresora a instalar, el rango de precios de la inversión varía, suponiendo una rápida amortización para el usuario pues se ahorra todo el gasto de grabación de moldes y cilindros.

El coste de la maquinaria puede ser compensado por el aumento de disponibilidad para la producción de muestras.

*Referencias: Ferraz Pinto, SIVT, Zenith, STOF, Grupo Perrin.*

### **6.1.2.12. Tecnología de estampación por transferencia**

#### **Problemática tradicional**

El poliéster se estampa tradicionalmente con colorantes dispersos. El sistema convencional de estampación supone:

1. Preparación de la pasta de estampación
2. Estampación sobre el tejido de poliéster
3. Secado
4. Vaporizado
5. Lavado
6. Acabado

Todo este conjunto de operaciones requieren una maquinaria específica y suponen un tiempo de producción importante y una gran dificultad en el caso de que hubiera que hacer series cortas en estampación. Además, se deben limpiar de restos de pastas los equipos de estampación, cosa que implica tiempo, consumo de agua y energía, y generación de aguas residuales. El lavado del tejido estampado también supone consumos importantes de agua y energía, y contribuye significativamente a la carga contaminante de las aguas residuales.

#### **Técnica alternativa**

La tecnología de estampación por transferencia implica el uso de un papel estampado con tintas especiales de colorantes dispersos que se pone en contacto con el tejido de poliéster o poliamida (de punto o de calada) durante 10-35 segundos. A temperaturas de 160-200 °C, el colorante disperso del papel sublima, condensa sobre el tejido y se difunde hacia el interior de la fibra.

El papel estampado se adquiere a empresas especializadas en la impresión de papel para estampación por transferencia.

Al final del proceso, el tejido tiene el mismo diseño que el papel y ya está calandrado y a punto para ser confeccionado.

La aplicación sobre el tejido del papel de transferencia que contiene el diseño puede realizarse en continuo o en discontinuo:

- En discontinuo: se realiza en una plancha plana caliente
- En continuo: el papel de transferencia y el tejido son alimentados simultáneamente en una calandra de termoestampación

Una vez estampado, el tacto original del tejido no se ve alterado. No hay residuos indeseables que lavar y el producto es lavable y resistente al uso.

#### **Ámbito de aplicación**

Tejidos de punto y de calada de poliéster, de poliamida y de fibras acrílicas, cada materia con colorantes seleccionados para ella.



También aplicable a prendas confeccionadas con estas fibras químicas, utilizando prensas adecuadas.

### **Beneficios de producción**

- No hay limitación en cuanto al número de colores estampados
- Proporciona respuesta rápida a demandas cambiantes del mercado
- Adecuada tanto para estampar metrajes cortos como largos

### **Beneficios ambientales**

Esta nueva tecnología proporciona varias ventajas:

- No se consume agua y, por lo tanto, no se generan aguas residuales
- El papel utilizado para transferencia puede utilizarse posteriormente para embalaje

### **Parámetros económicos**

En su conjunto es una técnica muy competitiva.

Requiere disponer de una calandra para termoestampación adecuada a los anchos requeridos.

### *Bibliografía*

- J. Barton, *International Dyer*, vol. 186, n.º 5, pp. 15.

## **6.1.2.13. Sistemas de aplicación mínima de aprestos**

### **Problemática tradicional**

La aplicación de aprestos a los tejidos blanqueados, teñidos o estampados se suele efectuar por el sistema del baño lleno, es decir, que el tejido permanece durante un cierto tiempo sumergido en un baño que contiene el producto de apresto que se desea aplicar.

Terminada la aplicación, el tejido debe someterse a una hidroextracción y a un secado lo cual implica, además de generación de aguas residuales y gasto de energía para el secado, generalmente, una baja velocidad de producción.

### **Técnica alternativa**

Varias son las posibles técnicas alternativas para conseguir aplicar la cantidad necesaria de producto de apresto pero aplicando una mínima cantidad de baño sobre el tejido. Las principales son:

1. Aplicación de espumas inestables sobre tejido: los productos de apresto se aplican en una máquina espumadora que impulsa la espuma sobre el tejido. Con ello, el tejido queda con una impregnación inferior a un 30% (sobre 100 g de tejido se distribuyen 30 g de la solución espumada de apresto).
2. Cilindro de aplicación mínima de baño. Se trata de una máquina automática basada en un cilindro inductor que transporta el baño desde una cubeta hasta el tejido, mientras que dos cabezales están determinando el peso por metro cuadrado antes y después del proceso de impregnación. También se logran impregnaciones del orden del 30%.

### **Ámbito de aplicación**

Estas tecnologías pueden aplicarse a todo tipo de tejidos dispuestos al ancho. Generalmente, después de la aplicación, el tejido se puede secar en un rame.

### **Beneficios de producción**

Puesto que el tejido contiene mucha menos agua puede secarse a una velocidad mucho más elevada en el mismo rame del que ya dispone la empresa. Ello permite incrementar la velocidad de producción del orden de un 40 a un 60%.

### **Beneficios ambientales**

Menor consumo de agua en la preparación de los baños de apresto y menor generación de aguas residuales.

Ahorro de energía en el secado del tejido.

### **Parámetros económicos**

La implantación de la nueva tecnología requiere la adquisición de equipos y la inversión en formación del personal de la empresa.

## **6.1.3. Buenas prácticas**

### **6.1.3.1. Sustitución de parafina convencional por parafina sintética en la fórmula de encolado de hilos de urdimbre de celulosa y sus mezclas con fibras químicas**

#### **Problemática tradicional**

Para muchas compañías, un cambio en la formulación de los productos de encolado es un proceso muy dificultoso. El rendimiento de la instalación de tejeduría depende en gran medida del encolado de los hilos de urdimbre. El encolado debe eliminarse en el proceso de desencolado, que es una de las primeras operaciones del sector del ennoblecimiento textil y, sin ninguna duda, es la operación que más contribuye a la carga contaminante de las aguas residuales en cuanto a niveles de DQO y DBO.

### **Técnica alternativa**

Cuando, técnicamente, no se considera todavía posible la sustitución de los denominados encolantes semisintéticos a base de féculas y almidones químicamente modificados (los cuales están, además, mezclados con otros 6 o 7 productos, entre los cuales se encuentran los agentes lubricantes como las parafinas) por los nuevos encolantes hidrosolubles, es muy recomendable la sustitución de la parafina convencional por la nueva parafina sintética que, siendo en si misma fácilmente emulsionable en agua, cuando está incorporada a una formula de desencolado facilitará globalmente dicha operación.

La parafina sintética incorpora ácidos grasos con productos emulsionantes a la formulación de encolado, cosa que conduce a agentes de encolado altamente eficientes en la producción de tejido con un bajo coeficiente de fricción metal/fibra, al mismo tiempo que se facilita el posterior proceso de desencolado.

### **Ámbito de aplicación**

Estos productos pueden incorporarse a muchas de las formulaciones actuales de encolado.

Varias empresas españolas ya han llevado a cabo la mencionada sustitución, por criterios de calidad en la producción.

### **Beneficios de producción**

Los beneficios de producción deben contemplarse globalmente. Aunque la eficiencia de la tejeduría no tiene porqué verse reducida, en donde se pueden obtener beneficios significativos es en el posterior proceso de desencolado.

### **Beneficios ambientales**

Los beneficios medioambientales de esta técnica se obtienen por dos vías. Por un lado, se consigue una cierta disminución de la carga contaminante de las aguas residuales. No obstante, el factor principal es la mejora de la calidad del desencolado, que revierte en una mayor calidad final del tejido, reduciéndose así el número de reprocesados y añadidas en la tintura.

### **Parámetros económicos**

La diferencia de coste entre las parafinas convencionales y las sintéticas no es significativa, obteniéndose beneficios gracias a la reducción del número de reoperados y añadidas para la consecución de la calidad final deseada.

### 6.1.3.2. Desmineralización y desencolado de tejidos de calada de algodón por el sistema pad-batch

#### Problemática tradicional

Los procesos de preparación (desencolado-descrudado) y blanqueo, dado que afectan a la casi totalidad de la producción textil, son objeto de continuas innovaciones.

#### Técnica alternativa

El esquema tradicional para la preparación y el blanqueo de tejidos de calada de algodón puede ser innovado sobre la base de la extracción de los cationes de metales di y trivalentes contenidos en la fibra de algodón, utilizando formulaciones de productos fácilmente biodegradables, con elevado poder complejante de los cationes di y trivalentes y alto poder dispersante de las impurezas.

Para tejidos de calada, el desencolado enzimático puede ser utilizado para llevar a cabo la desmineralización simultánea de modo que, después del aclarado, el tejido puede ser sometido directamente a un blanqueo con peróxido, reduciéndose así el número de etapas del proceso de preparación y blanqueo:

#### *Desencolado enzimático pad-batch*

Beixol T 2090 ..... 5 ml/l (pH óptimo para la enzima: 6-6,5)  
Felosan Jet ..... 5 ml/l (detergente biodegradable)  
Beixion NE ..... 1-5 ml/l

Impregnación, digestión durante 4h a 70 °C, y lavado a 90 °C.

El proceso permite preparar el algodón para un blanqueo posterior con peróxido de hidrógeno.

#### *Blanqueo pad-steam (foulardado-vaporizado)*

Contavan GAL ..... 6 ml/l (estabilizador de la descomposición del peróxido)  
Felosan JET ..... 3 ml/l (detergente biodegradable)  
NaOH 50% ..... 20 ml/l  
H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 50% ..... 30 ml/l

Con una impregnación del 100% sobre el peso del tejido, vaporizado a 102 °C durante 20 min.

#### Ámbito de aplicación

Las empresas que pueden adoptar el nuevo sistema son todas las que disponen de instalaciones Pad-Batch (foulardado y reposo en frío, arrollado en grandes plegadores).

### **Beneficios de producción**

En cuanto a beneficios para el tejido, con este sistema se obtiene una mayor resistencia de la fibra a tratamientos futuros y, generalmente, el grado de blanco del algodón es mejor que después de un descolado tradicional con NaOH.

### **Beneficios ambientales**

Se consigue una reducción de los niveles de AOX y DQO de las aguas residuales.

### **Parámetros económicos**

Dadas las variaciones entre los nuevos procesos y los procesos tradicionales resulta muy difícil una comparación directa. El análisis económico debe contemplar la totalidad del proceso de producción incluyendo los costos medioambientales.

### *Bibliografía*

- Información técnica de Cresa (CHT).

### **6.1.3.3. Lavado y tintura de tejidos de punto de poliéster en un baño único**

#### **Problemática tradicional**

Tradicionalmente, la tintura de tejidos de poliéster ha requerido de un etapa de lavado previa a la tintura ya que, aunque se trata de una fibra esencialmente de carácter hidrofóbico, es preciso lograr una uniforme hidrofiliidad y absorbencia de la totalidad del tejido a teñir. En consecuencia, un proceso de tintura de poliéster requiere:

1. Prefijado en rame (termofijado)
2. Lavado
3. Tintura
4. Lavado reductor
5. Aclarado

Este gran número de etapas implica un elevado consumo de agua y de energía, y la generación de aguas residuales de distintas características en cada una de las etapas.

#### **Técnica alternativa**

Actualmente, utilizando tensioactivos especiales, es posible llevar a cabo el lavado y la tintura simultáneamente, en un único baño. Por lo tanto, las etapas del proceso quedarían como sigue:

1. Prefijado en rame (termofijado)
2. Lavado-tintura
3. Lavado reductor
4. Aclarado

Se opera del modo siguiente: adicionar 3-5% de Dispergal PCS durante el llenado de la máquina en frío. Una vez el pH está ajustado entre 4.5 y 5.5, se introducen los colorantes dispersos seleccionados. En este punto, puede iniciarse el proceso de tintura.

### **Ámbito de aplicación**

Todas las fábricas que realicen la tintura de tejidos de poliéster pueden aplicar esta técnica.

### **Beneficios de producción**

Naturalmente, se incrementa la productividad de las instalaciones de tintura, al agrupar una operación de lavado con una operación de tintura.

### **Beneficios ambientales**

Al reducir el número de baños se consigue un 25% en ahorro de agua. Se consigue, también, un ahorro de energía.

### **Parámetros económicos**

Dependiendo del tipo de maquinaria utilizada en la tintura, se conseguirán mayores o menores ahorros de costes de proceso.

## **6.1.3.4. Desencolado, descrudado y blanqueo de tejidos de algodón en una única etapa**

### **Problemática tradicional**

Para tejidos de calada de algodón y sus mezclas con fibras sintéticas, una rutina de pretratamiento de tres etapas ha sido el procedimiento estándar durante varios años, y comprende:

1. Desencolado
2. Descrudado
3. Blanqueo químico

El hecho de necesitar tres etapas implica un elevado consumo de agua y de energía, y la generación de aguas residuales de distintas características en cada una de las etapas.

### **Técnica alternativa**

Nuevas formulaciones de nuevos auxiliares, combinados con los sistemas dosificadores automáticos y vaporizadores permiten este nuevo proceso.

El procedimiento Flash Steam unifica el desencolado, el tratamiento alcalino (descrudado) y el blanqueo pad-steam (foulardado - vaporizado) con peróxido de hidrógeno en una única etapa, con lo que se aumenta la eficiencia del proceso.

Los datos operacionales de este nuevo proceso son los siguientes:

En un intervalo de 2 a 4 minutos, con el tejido impregnado con la fórmula adjunta se obtiene un grado de blanco adecuado para la tintura. Esto supone una gran ventaja, especialmente para el procesado de tejidos que son propensos a formar arrugas.

Blanqueo con peróxido Flash Steam

15-30 ml/kg Ciba Tinoclarite FS\*

30-50 g/kg NaOH 100%

45-90 ml/kg H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 35%

Vaporizado durante 2-4 minutos (vapor saturado)

Lavado en caliente

### **Ámbito de aplicación**

Todos aquellos tejidos de algodón y algodón-poliéster que técnicamente puedan, o convenga procesarlos al ancho y a la continua.

### **Beneficios de producción**

- Aumenta de forma importante la velocidad de producción.
- Al tratarse de una fórmula de pocos componentes, la mayoría de las instalaciones automáticas de preparación de disoluciones podrán utilizarse.

### **Beneficios ambientales**

Este procedimiento permite un muy importante ahorro de agua y la utilización de menor cantidad de productos químicos con lo que se reduce la carga contaminante de las aguas residuales.

### **Parámetros económicos**

Globalmente son favorables al nuevo proceso. Se produce una reducción del número de productos en stock en la empresa con todas las consecuencias que ello conlleva.

No obstante, es necesaria maquinaria que permita la dosificación automática de productos por lo que, si no se dispone de ella, se deberá adquirir, con el consiguiente coste de inversión.

### *Bibliografía*

- *International Dyer*, Octubre (2000), p. 10.

---

\* Ciba Tinoclarite FS es una combinación libre de fósforo, con un estabilizador de blanqueo, un agente dispersante, un agente humectante y un detergente.

### **6.1.3.5. Estampación con pigmentos**

#### **Problemática tradicional**

La estampación directa de tejidos requiere, para cada tipo de fibra, la utilización de los colorantes adecuados. Un proceso convencional de estampación directa supone:

1. Preparación de la pasta de estampación
2. Estampación sobre el tejido
3. Secado
4. Vaporizado
5. Lavado
6. Acabado

Todo este conjunto de operaciones requieren una maquinaria específica y supone un tiempo de producción, así como un consumo de agua y energía significativos y la generación de aguas residuales en los procesos húmedos y en las operaciones de limpieza de equipos.

Por otra parte, cada tipo de fibra requiere un colorante específico para que se difunda y fije en ella. Esto complica las fórmulas y los procesos de estampación en el tan frecuente caso de mezclas de fibras.

#### **Técnica alternativa**

La estampación con pigmentos es la tecnología de estampación más importante en el mundo. Se estima que más del 60% de todos los tejidos estampados se hacen por esta técnica. Los colorantes tradicionales y los sistemas tradicionales de estampación con colorantes tradicionales pueden ser sustituidos por estampación con pigmentos puesto que, con los medios químicos adecuados, los pigmentos pueden fijarse sobre todo tipo de fibras.

Los pasos principales son:

1. Estampación (en máquina plana, con cilindro microperforado o de prenda)
2. Secado
3. Polimerización (con aire caliente a 160 °C durante 4 min.)

En muchos casos, el tejido estampado está ya a punto para ser confeccionado.

#### **Ámbito de aplicación**

La técnica se aplica a la estampación de tejidos de punto y de calada. Es de creciente importancia la estampación de prendas. Con ligantes especiales, se consigue la estampación sobre tejidos elásticos.



### **Beneficios de producción**

Tiene la ventaja de ser un proceso adecuado para tejidos de punto y de calada, y para prendas confeccionadas, con cualquier tipo de fibras y mezclas de fibras, ya que los pigmentos van a quedar retenidos por el ligante y el reticulante, independientemente del tipo de fibra sobre el que se apliquen.

Los modernos espesantes de estampación se han desarrollado en base acuosa, con lo que se ha reducido la utilización de disolventes.

### **Beneficios ambientales**

Este proceso permite un considerable ahorro de agua y de energía ya que no se consume agua para el lavado del tejido estampado, ni energía para secar el tejido estampado-lavado.

Con las nuevas gamas de productos, los estampados pueden lograrse exentos de formaldehído libre (del orden de 20 ppm sobre tejido), y con emisiones de compuestos orgánicos volátiles del orden de 0.7 kg de COV/tonelada de pasta de estampación. Los nuevos pigmentos están en contenidos de metales pesados por debajo de los límites requeridos por las etiquetas ecológicas.

### **Parámetros económicos**

Los mayores costes de las pastas de estampación con pigmentos respecto a otras pastas, se ven compensados por el ahorro que significa un menor consumo de agua y energía, una menor generación de aguas residuales y una menor emisión de compuestos orgánicos volátiles.

#### **6.1.3.6. Otras buenas prácticas**

Además de las buenas prácticas anteriores, estrictamente relacionadas con los procesos de fabricación de las empresas de los subsectores de tintura, acabados y estampación, existen otras, más genéricas, que también pueden contribuir a la mejora de la gestión ambiental de la empresa y, por lo tanto, a la prevención de la contaminación que ésta genera. Algunas de ellas son las siguientes:

#### **Control del número de reoperados y añadidas**

La disminución en el número de reoperados y añadidas y, por lo tanto, la consecución de un elevado grado de reproducibilidad en el proceso de tintura tiene una gran incidencia en la reducción del consumo de agua y energía, en la reducción de corrientes residuales generadas y en la reducción de los costes.

Se puede considerar que la media de reoperados del sector está entre un 6 y un 10%, mientras que la de añadidas está entre un 2 y un 4%. No obstante, tal como ilustra alguno de los casos prácticos que se incluyen, existe margen para su reducción.

Para conseguir la reducción del índice de reoperados y de añadidas se puede:

- Identificar los posibles factores que influyen en los índices de reoperados y añadidas a través del análisis, a lo largo de un determinado periodo de tiempo, de los registros de parámetros de proceso que consten en partes de producción u otro tipo de registros de los que la empresa pueda disponer, y su comparación con los datos de evolución de los índices de reoperados y añadidas.
- Controlar los parámetros que se hayan identificado como posibles causas. Algunos de ellos pueden ser:
  - Calidad del agua de proceso
  - Características del tejido a procesar: capacidad para ser teñido, peso, contenido en humedad
  - Errores de pesada de colorantes y productos químicos
  - Métodos de dosificación de las tinturas y de los productos químicos
  - Contenido en humedad de los colorantes
  - Relaciones de baño
  - pH del baño de tintura
  - Perfiles tiempo/temperatura en el proceso de tintura
- En ocasiones, las actuaciones a realizar pasarán por solicitar el máximo de información posible, a clientes y proveedores, sobre las características de la materia prima a procesar, de colorantes, auxiliares y productos químicos, para ajustar todo lo posible las recetas a utilizar, tanto al peso del tejido como a sus características.

### **Preparación de pastas madre de estampación**

- Utilizar recipientes reutilizables con una relación de área mojada mínima para preparar las pastas.
- Pesar de forma exacta y precisa los productos necesarios para preparar la pasta.
- Controlar las condiciones ambientales de la zona de almacenamiento de los envases “empezados” y del área de preparación de pastas, debido a la sensibilidad de los colorantes a la humedad y la temperatura.

### **Reducción del número de envases y retornabilidad de los mismos**

En las empresas de los subsectores estudiados suele existir una gran diversidad de colorantes, productos químicos y auxiliares, cosa que obliga a su adquisición en envases relativamente pequeños que, una vez vacío, se transforman en residuos que deben ser gestionados de forma adecuada.

No obstante, algunos de los productos que se utilizan, se consumen en cantidades que permitirían su adquisición en envases mayores (contenedores), retornables, o incluso a granel, en camiones cisterna.

En cada caso, será conveniente ajustar el volumen de los envases al nivel de consumo de cada producto.

No obstante, se debe tener en cuenta que las plantas en las que la disponibilidad de espacio es limitada, la adquisición de contenedores o la instalación de depósitos para la recepción de productos en cisterna se ve, forzosamente, muy limitada.

### **Reducción del consumo de agua**

- Comprobar que los grifos, llaves de paso u otros dispositivos reguladores del caudal de agua no están abiertos sin ninguna necesidad o averiados. Establecer protocolos de revisión periódica.
- Limpiar equipos y utensilios inmediatamente después de su uso para evitar la formación de deposiciones endurecidas que exigen mayor consumo de agua para su limpieza.

### **Prevención de fugas y vertidos accidentales**

- Almacenar los materiales peligrosos en las zonas donde la probabilidad de fugas sea menor.
- Almacenar envases y contenedores de forma que la posibilidad de rotura sea mínima y se facilite la detección visual de fugas y vertidos accidentales.
- Instalar cubetos de retención para contener posibles fugas de envases, contenedores o depósitos.
- Evitar, en la medida de lo posible, la colocación de cubos llenos de productos químicos, apretos, pastas de estampación, etc. por el suelo, en lugares de paso, ya que es muy fácil tropezar con ellos involuntariamente.
- Establecer procedimientos de prevención, control y actuación de los operarios en caso de vertidos y fugas accidentales. Estos procedimientos deben incluir la preferencia de recoger en seco el material vertido, siempre que sea posible, antes de limpiar con agua. Siempre que sea posible, el producto recogido deberá reutilizarse. En caso contrario, se gestionará como residuo de forma adecuada.
- Elaborar informes de todas las fugas y de los costes asociados a ellas.

### **Reducción de las emisiones a la atmósfera**

- Mantener tapados o cerrados los recipientes, baños, envases y equipos que contengan sustancias con compuestos orgánicos volátiles, siempre que no se estén usando.

### **Almacenamiento de productos**

- Usar y disponer los envases de acuerdo con las recomendaciones del proveedor.
- Utilizar los envases adecuados para los productos que contienen: deben ser estables, fáciles de manipular, cerrados, puede convenir que tengan dispensador, etc.
- Separar del suelo todos los productos mediante estantes o palets y etiquetar clara y visiblemente.

- Inspeccionar visualmente, de forma periódica, el estado físico de estantes, recipientes, grifos, conducciones de dosificación, llaves de paso, etc.
- No almacenar productos líquidos sobre productos sólidos.
- Separar productos alcalinos de productos ácidos.
- Evitar el contacto entre productos oxidantes y materiales combustibles.
- Mantener contenedores y bidones herméticamente cerrados para evitar vertidos accidentales y emisiones a la atmósfera.
- Instalar indicadores de nivel en tanques de almacenaje de líquidos y comprobar su correcto funcionamiento de forma periódica.

### **Control de inventarios**

- Utilizar sistemas informáticos para el seguimiento de las materias primas y productos acabados y realizar control de stocks periódicos.
- Aplicar la filosofía “FIFO” (first in first out) en el uso de colorantes y auxiliares para reducir al mínimo la generación de productos caducados que se deben gestionar como residuos.

## **6.2. POSIBILIDADES DE RECICLAJE EN ORIGEN**

### **6.2.1. Reciclaje en origen**

#### **6.2.1.1. Sustitución de los productos de encolado tipo almidón por encolantes sintéticos e hidrosolubles en el encolado de urdimbres para la fabricación de tejidos de calada**

##### **Problemática tradicional**

El encolado es una operación esencial para posibilitar la producción de tejidos de calada a elevada velocidad. Las fórmulas tradicionales de encolado comportan la mezcla de un número elevado de componentes (en muchas ocasiones, tipo almidón) que, una vez aplicados sobre los hilos de urdimbre, no se disuelven en el agua de lavado, por lo que deben eliminarse del tejido en un proceso de desencolado enzimático, largo, costoso y contaminante para las aguas residuales.

##### **Técnica alternativa**

La sustitución de productos de encolado tipo almidón por productos de encolado sintéticos e hidrosolubles, tipo etil-vinil-acetato o carboximetil-almidón, permite la sustitución de la biotecnología enzimática por un simple lavado para eliminar los productos de encolado. Así, se consiguen procesos de desencolado más rápidos y económicos. Con la adecuada formación del personal en el control de calidad de estos nuevos productos de encolado, se puede llevar a cabo la sustitución mencionada permitiendo:

- La reutilización de los productos de encolado por extracción, filtración y concentración en el caso que la empresa de tejeduría, disponga de secciones de encolado y desencolado.
- Llegar directamente al proceso de descrudado/blanqueo en una única etapa.
- Hacer innecesario el proceso enzimático de descrudado.

### **Ámbito de aplicación**

Máquinas encoladoras convencionales son adecuadas para encolar con los nuevos productos.

### **Beneficios de producción**

Los mayores beneficios se obtienen siempre que sea la misma empresa que aplica la cola la que, posteriormente, realice el desencolado y el procesado del baño de desencolado para la concentración y reutilización del encolante.

La sustitución de un desencolado enzimático por un simple lavado permite la reducción del consumo de productos químicos y del tiempo de proceso.

### **Beneficios ambientales**

En el caso en el que se realiza el reciclaje en origen del encolante, los beneficios ambientales son obvios puesto que se disminuye tanto el caudal de aguas residuales generado como su carga contaminante.

Cuando el desencolado se realiza en la empresa de ennoblecimiento textil y no en la tejeduría (por otra parte, lo más habitual), la sustitución de un desencolado enzimático por un simple lavado permite la reducción del consumo de productos químicos, la eliminación del uso de enzimas y, por lo tanto, la reducción de la carga contaminante de las aguas residuales generadas.

### **Parámetros económicos**

Los nuevos productos tienen un coste más elevado que los tradicionales pero, si se reutilizan terminan siendo más económicos.

## **6.2.1.2. Tecnología de membranas para el reciclado de las aguas residuales**

### **Problemática tradicional**

Tradicionalmente, las aguas residuales no suelen reciclarse, ni siquiera una vez depuradas, y son vertidas, ya sea a cauce público o a sistema de alcantarillado.

### Técnica alternativa

El sistema de filtración por membranas permite el reciclaje de las aguas residuales, es decir, su reutilización en, aproximadamente, los mismos procesos en que se habían utilizado antes.

Las tecnologías de membranas utilizadas son la microfiltración, la ultrafiltración y la nanofiltración. Las membranas utilizadas son porosas y actúan como filtros, seleccionando el diámetro de las partículas que pueden ser transferidas de un lado a otro de la membrana al aplicar una presión.

A modo de ejemplo la bibliografía indica los porcentajes de reducción de DQO y de color, según el tipo de membrana utilizado:

**Tabla 31**

TECNOLOGÍA	REDUCCIÓN DQO (%)	REDUCCIÓN DE COLOR (%)
Microfiltración	20	14
Ultrafiltración	85	90
Nanofiltración	95	99

Cualquiera de las tres tecnologías obtiene un permeado (agua filtrada) que es la que, si cumple con los requisitos de calidad exigidos, podrá ser reutilizada, y un concentrado (agua de rechazo de la operación de filtrado que contiene el material que no ha podido traspasar la membrana).

Ejemplo de datos operacionales:

Caudal de agua residual: 20 m<sup>3</sup>/hora

DQO media del agua residual: 2.200 mg/l

DQO media después del tratamiento biológico: 180 mg/l

DQO media después de la filtración con membranas: 45 mg/l

Contenido en tensioactivos: 0.5-1%

Color: < 50 unidades

El agua filtrada presenta unas características de carga contaminante y color que la hacen apta para su reutilización en tintura o en las operaciones de lavado posteriores a la tintura.

### Ámbito de aplicación

Empresas del sector de ennoblecimiento textil que disponen de tratamientos primarios y secundarios para sus aguas residuales.

### Beneficios de producción

No se han descrito.

### **Beneficios ambientales**

La reutilización del agua filtrada permite una reducción importante del consumo de agua mediante su reciclaje. No obstante, se debe gestionar adecuadamente el concentrado que resulta de la operación de filtración.

### **Parámetros económicos**

Esta tecnología requiere disponer de instalaciones y maquinaria caros, pero el coste más elevado del agua reciclada con respecto al agua de red se ve compensado por una reducción en el consumo de agua.

En una empresa estudiada, con datos correspondientes al año 2001 se obtuvieron los siguientes resultados:

- Coste medio del agua entrante en la planta: 1,29 €/m<sup>3</sup>
- Coste medio de la depuración de 330.000 m<sup>3</sup>/año: 1,33 €/m<sup>3</sup>

A pesar de que el precio del agua reciclada es ligeramente más caro que el del agua entrante, los beneficios medioambientales que reporta el hecho de ahorrar grandes cantidades de agua y, por lo tanto reducir las emisiones, es un motivo de peso para la implementación de esta técnica.

#### *Bibliografía:*

- J. Porta "Membranas: proceso alternativo para reciclar agua residual"  
*Revista de Química Textil n.º 153, (2001), pp. 30-46.*

### **6.3. POSIBILIDADES DE VALORIZACIÓN**

Las industrias de los sectores de tintura, estampación y acabados generan restos textiles (tejidos o borras) que, en algunos casos, pueden ser aprovechados en otros sectores industriales. No obstante, las opciones existentes para ello y la viabilidad de cada una de ellas depende de factores tan diversos como la estructura industrial existente en cada área geográfica o las leyes ambientales vigentes.

Por lo que respecta a la valorización energética, existen algunos residuos, como los aceites lubricantes usados, los disolventes usados o las pastas de estampación, que poseen elevado poder calorífico y podrían ser susceptibles de ser incinerados con recuperación energética. No obstante, se trata de residuos que pueden ser regenerados y reciclados, ya sea en la misma instalación generadora del residuo o en instalaciones especializadas, siendo dicho reciclaje la gestión que se considera medioambientalmente más correcta y prioritaria.

#### **6.4. CUADRO RESUMEN DE LOS BENEFICIOS AMBIENTALES DE LAS OPORTUNIDADES DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN**

Tal como se ha avanzado en la introducción, algunas de las oportunidades de las alternativas descritas para conseguir una prevención de la contaminación, podrían clasificarse en diferentes apartados y, a su vez, podrían repercutir positivamente sobre más de un vector ambiental. A continuación, se presenta una tabla resumen que pretende recoger estas sinergias:



Tabla 32

	REDUCCIÓN EN ORIGEN			RECICLAJE EN ORIGEN
	SUSTITUCIÓN DE MATERIAS PRIMAS	NUEVAS TECNOLOGÍAS	BUENAS PRÁCTICAS	
<b>DISMINUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA</b>	6.1.1.2 6.1.1.5 6.1.1.7	6.1.2.1 6.1.2.2 6.1.2.3 6.1.2.4 6.1.2.5 6.1.2.7 6.1.2.9 6.1.2.11 6.1.2.12 6.1.2.13	6.1.3.1 6.1.3.2 6.1.3.3 6.1.3.4 6.1.3.5 6.1.3.6	6.2.1.1 6.2.1.2 6.1.2.3
<b>DISMINUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA</b>	6.1.1.1 6.1.1.2	6.1.2.1 6.1.2.2 6.1.2.3 6.1.2.4 6.1.2.5 6.1.2.6 6.1.2.8 6.1.2.9 6.1.2.13	6.1.3.1 6.1.3.2 6.1.3.3 6.1.3.4 6.1.3.5 6.1.3.6	6.1.2.3
<b>DISMINUCIÓN DEL CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS</b>	6.1.1.1 6.1.1.5 6.2.1.1	6.1.2.1 6.1.2.2 6.1.2.3 6.1.2.6 6.1.2.10	6.1.3.1 6.1.3.4	6.2.1.1 6.1.2.3
<b>DISMINUCIÓN DE LA CARGA CONTAMINANTE DE LAS AGUAS RESIDUALES</b>	6.1.1.1 6.1.1.3 6.1.1.4 6.1.1.5 6.1.1.6 6.1.1.7 6.2.1.1	6.1.2.1 6.1.2.2 6.1.2.3 6.1.2.4 6.1.2.6 6.1.2.9 6.1.2.10 6.1.2.11 6.1.2.12 6.1.2.13	6.1.3.1 6.1.3.2 6.1.3.4 6.1.3.5 6.1.3.6	6.2.1.1 6.2.1.2 6.1.2.3
<b>DISMINUCIÓN DE LAS EMISIONES A LA ATMÓSFERA</b>	6.1.1.5	6.1.2.2 6.1.2.7 6.1.2.8	6.1.3.5 6.1.3.6	—
<b>DISMINUCIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS GENERADOS</b>	—	6.1.2.2 6.1.2.3 6.1.2.11	6.1.3.6	6.1.2.3
<b>MEJORAS PARA EL SISTEMA DE DEPURACIÓN</b>	6.1.1.1 6.1.1.3	6.1.2.2 6.1.2.3	—	6.1.2.3
<b>AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD</b>	6.1.1.1 6.1.1.2 6.1.1.4	6.1.2.1 6.1.2.2 6.1.2.4 6.1.2.6 6.1.2.7 6.1.2.9	6.1.3.3 6.1.3.4	—
<b>OTROS BENEFICIOS</b>	—	6.1.2.8	—	—



## 7. CASOS PRÁCTICOS

### 7.1. CASO PRÁCTICO 1

PAÍS: ESPAÑA

EMPRESA: Fibracolor, S. A.

**Mejora realizada:**

Sistema de tratamiento de las aguas residuales mediante neutralización con gases de los generadores de vapor

**Descripción:**

La empresa se dedica a la tintura, acabado y estampación de piezas textiles. La mayor parte de aguas residuales que se generan proceden del vaciado de los equipos, después de las operaciones de tintura y blanqueo. Estas aguas se caracterizan por su elevada basicidad y deben ser sometidas a un proceso de neutralización antes de pasar al tratamiento biológico del que dispone la empresa.

Antes de implantar la mejora que aquí se describe, se utilizaba ácido sulfúrico al 96% para la neutralización, cosa que suponía un riesgo de sobreacidificación eventual y la presencia de sulfatos en las aguas residuales depuradas.

El nuevo sistema de acidificación implantado utiliza los gases generados por las dos calderas de cogeneración mediante las cuales se obtiene vapor para el proceso productivo. Los combustibles utilizados son el fuel y el gas natural y, concretamente, se aprovecha la naturaleza ácida de dos gases generados en la combustión normal de dichos combustibles: dióxido de carbono y dióxido de azufre.

Como consecuencia, al mismo tiempo que se consigue la reducción de las emisiones de dióxido de azufre y dióxido de carbono procedentes de los quemadores de las calderas, se disminuye el consumo de ácido sulfúrico, se evita el riesgo de sobreacidificación eventual y, por lo tanto, se reduce el riesgo en la operación de la EDAR biológica. Se reducen considerablemente las concentraciones de sulfatos de las aguas residuales, cosa que aumenta las posibilidades de su reutilización en proceso. Además, se reducen los riesgos de manipulación y transporte asociados al consumo de ácido sulfúrico, así como posibles contaminaciones accidentales.

Las ventajas económicas también son considerables ya que se utiliza el dióxido de carbono a coste cero y se reduce el consumo de ácido sulfúrico.

**Inversión:**

210.354 €

A continuación, se muestran los principales consumos y costes para la operación de neutralización, antes y después de la implantación de la mejora descrita:

	<b>SITUACIÓN ANTES DE IMPLANTAR LA MEJORA</b>	<b>SITUACIÓN DESPUÉS DE IMPLANTAR LA MEJORA</b>
Consumo de ácido sulfúrico	2.100 t/año	1.040 t/año
Consumo de dióxido de carbono aprovechado	0 t/año	476 t/año
Presencia de sulfatos en las aguas residuales	2.057 t/año	1.017 t/año
Consumo de energía	No significativo	1.080 kWh/d
<b>Coste energético anual (0,051 €/kWh)</b>		<b>20.138 €/año</b>
<b>Ahorro en ácido sulfúrico anual (0,062 €/kg)</b>		<b>68.515 €/año</b>

	<b>€/AÑO</b>
<b>AHORRO ANUAL:</b>	48.377

	<b>AÑOS</b>
<b>RETORNO DE LA INVERSIÓN ESTIMADO:</b>	4,4

## 7.2. CASO PRÁCTICO 2

PAÍS: ESPAÑA

EMPRESA: *Herederos de Salvador Segura, S. A.*

### Mejora realizada:

Desarrollo de un proceso de tintura de baja repercusión medioambiental

### Descripción:

La empresa se dedica a la tintura de materiales textiles en general y, en particular, al ennoblecimiento textil (lana, poliéster, viscosa, etc.). La tintura de los tejidos se realiza en autoclaves. La dosificación de las materias primas se realizaba, antes de implantar la mejora que aquí se describe, de forma manual, cosa que conducía a un consumo excesivo de productos químicos y agua que, posteriormente, se transformaban en aguas residuales caracterizadas por una elevada concentración de DBO y sólidos en suspensión, color y temperatura.

La empresa ha instalado un sistema informático integrado que controla todas las etapas del proceso de tintura, compuesto por:

- Ordenador central y de proceso, para elaborar la formulación exacta y el programa de actividades
- Microprocesadores, que controlan la apertura de válvulas, la curva de temperatura y la duración del baño, cantidades de agua, colorantes u otros productos
- Caudalímetro para introducir la cantidad exacta de agua
- Dosificadores, para pesar y dosificar los productos de tintura

La empresa ha conseguido reducir la relación de baño utilizada en la tintura de hilo y peinado de 1:20 a 1:6, cosa que significa un ahorro de agua y materias primas significativo. Además, se ha conseguido una reducción estimada de un 30% de las emisiones de monóxido y dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre como consecuencia directa del menor consumo de combustible en las calderas y en el motor de cogeneración.

Cabe destacar, también, que la mejora de la calidad del agua vertida ha permitido la revisión a la baja de los parámetros incluidos en los impuestos de saneamiento, hecho que ha contribuido a reducir el periodo de retorno de la inversión.

### Inversión:

327.626 €

SITUACIÓN ANTES DE IMPLANTAR LA MEJORA	CANTIDAD	UNIDADES/AÑO
Consumo de energía	1.893.375	TE/año
Consumo de agua	36.000	m <sup>3</sup> /año
Consumo de materias primas (colorantes y aditivos químicos)	245	t/año
DQO vertida (base 100)	100	
Materia en suspensión (base 100)	100	
Coste del consumo de energía	25.035	€/año
Coste del consumo de agua	23.800	€/año
Coste del consumo de materias primas (colorantes y aditivos químicos)	57.237	€/año
Coste del tratamiento de aguas residuales	7.465	€/año

SITUACIÓN DESPUÉS DE IMPLANTAR LA MEJORA	CANTIDAD	UNIDADES/AÑO
Consumo de energía	538.312	TE/año
Consumo de agua	10.800	m <sup>3</sup> /año
Consumo de materias primas (colorantes y aditivos químicos)	198,17	t/año
DQO vertida (base 100)	20,5	
Materia en suspensión (base 100)	18	
Coste del consumo de energía	8.666	€/año
Coste del consumo de agua	7.140	€/año
Coste del consumo de materias primas (colorantes y aditivos químicos)	46.144	€/año
Coste del tratamiento de aguas residuales	2.239	€/año

	€/AÑO
<b>AHORRO ANUAL:</b>	49.348

	AÑOS
<b>RETORNO DE LA INVERSIÓN ESTIMADO:</b>	6,6

### 7.3. CASO PRÁCTICO 3

PAÍS: ESPAÑA

EMPRESA: Acabats Barberá, S.L.

**Mejora realizada:**

Reciclaje en origen de un baño de desengomado con enzimas

**Descripción:**

La empresa pertenece al sector del ennoblecimiento de pieza confeccionada para terceros, concretamente tejanos.

Todo proceso de acabado de algodón requiere un desengomado previo con el fin de que los procesos a los que se somete la pieza posteriormente tengan efecto. Cuando el engomante empleado es una fécula, como por ejemplo el almidón, el proceso de desengomado más sencillo y con el que se obtienen mejores resultados es el que se realiza mediante enzimas, concretamente amilasas y celulasas.

Los enzimas son sustancias orgánicas caras, formadas, básicamente, por carbono, hidrógeno y oxígeno, que provocan un aumento de los niveles de DQO y DBO de las aguas residuales. Un proceso que permita su reciclaje en origen permite rebajar significativamente el coste del proceso y la carga contaminante de las aguas residuales y, en consecuencia, el coste de su tratamiento.

La empresa combinaba el efecto de amilasas y celulasas en la etapa de desengomado para mejorar el resultado. Concretamente, se empleaba un baño de 800 l de agua en el que se añadían 800 ml de amilasas y 2 kg de celulasas. El coste del baño era elevado y la DQO del mismo, al final del proceso de desengomado, podía llegar a 9.000 mg O<sub>2</sub>/l.

La empresa construyó un sistema para poder enviar el baño de desengomado a un depósito de almacenamiento, una vez el proceso había finalizado. En este depósito se acumulan los baños de desengomado procedentes de las distintas máquinas en funcionamiento. Automáticamente, se dosifica el volumen de baño necesario para la siguiente máquina que entra en funcionamiento y se envía. Al llegar a la máquina que inicia un nuevo proceso de desengomado, se añade un 30% de los enzimas que se hubiesen empleado si se hubiese preparado el baño de nuevo y el 100% de los auxiliares. Este proceso puede llegar a repetirse hasta 20 veces cada día, cinco días a la semana. Una vez a la semana, se renuevan todos los baños de desengomado, que son vertidos al sistema de depuración de la empresa.

**Inversión:**

57.276 €

	PROCESO ANTIGUO	PROCESO ACTUAL
<b>Producción (kg de tejido/año)</b>	736.000 kg/año	736.000 kg/año
<b>Consumo en el proceso de descolado</b>		
- Celulasas (kg)	10.284 kg/año	3.285 kg/año
- Amilasas (l)	4.114 l/año	1.394 l/año
- Agua	4.113.600 l/año	600.000 l/año
- Otros componentes del baño	5.142 l/año	5.142 l/año
<b>DQO vertida</b>	37.022 kg O <sub>2</sub> /año	5.400 kg O <sub>2</sub> /año
<b>Coste del proceso de descolado</b>	124.463 €/año	42.443 €/año
- Enzimas	116.365 €/año	37.596 €/año
- Agua	3.807 €/año	555 €/año
- Otros componentes del baño	4.291 €/año	4.291 €/año
<b>Coste depuración</b>	3.708 €/año	541 €/año
<b>COSTE TOTAL</b>	<b>128.172 €/año</b>	<b>42.984 €/año</b>
<b>AHORRO</b>	<b>85.188 €/año</b>	

	MESES
<b>RETORNO DE LA INVERSIÓN ESTIMADO:</b>	8,4



## 7.4. CASO PRÁCTICO 4

PAÍS: TURQUÍA

Localización de la empresa: Istanbul, zona europea

**Mejora realizada:**

Reducción de reoperados de tintura de un 5% a un 1%

**Descripción:**

Resulta crucial, en las operaciones de tintura, la consecución del matiz y la solidez de color deseado para el tejido que se procesa. Las fluctuaciones en la calidad del tejido, así como los volúmenes de producción que se manejan requieren el ajuste de parámetros operacionales (tiempo de reacción, concentración de colorante y auxiliares químicos, etc.) para poder asegurar la calidad deseada. Si este ajuste no se consigue, se producen errores en las tinturas que requieren el reprocesado de los tejidos, consumiendo productos químicos y recursos adicionales. En consecuencia, el porcentaje de tejidos que requieren ser reprocesados es un parámetro importante, con influencia sobre el consumo de agua, energía y productos químicos utilizados en la tintura y en las posteriores operaciones de lavado. Es más, la reducción de dicho parámetro es un buen indicador del potencial de mejora.

A continuación se presenta un resumen de los resultados obtenidos con la implantación de esta mejora:

- Reducción de consumo de agua: 1,1 %
- Reducción de consumo de energía térmica: 0,8%
- Reducción de consumo de productos químicos: 1,7%
- Reducción del coste global: 1,0%
- Ahorro anual total: 24.568 €

**Inversión:**

No significativa.

SITUACIÓN ANTES DE IMPLANTAR LA MEJORA	CANTIDAD	UNIDADES/AÑO
Consumo de energía	102.742.422	MJ/año
Consumo de agua	381.696	m <sup>3</sup> /año
Consumo de materias primas	3.549	t/año
Generación de aguas residuales	316.808	m <sup>3</sup> /año
Generación de residuos	72.832	Kg/año
Coste del consumo de energía	963.624	€/año
Coste del consumo de agua	238.047	€/año
Coste del consumo de materias primas	1.036.646	€/año
Coste del tratamiento de aguas residuales	112.416	€/año
Coste de la gestión de residuos	3.763	€/año
Otros costes	—	—

SITUACIÓN DESPUÉS DE IMPLANTAR LA MEJORA	CANTIDAD	UNIDADES/AÑO
Consumo de energía	101.952.869	MJ/año
Consumo de agua	377.395	m <sup>3</sup> /año
Consumo de materias primas	3.487	t/año
Generación de aguas residuales	313.238	m <sup>3</sup> /año
Generación de residuos	72.832	Kg/año
Coste del consumo de energía	956.218	€/año
Coste del consumo de agua	235.364	€/año
Coste del consumo de materias primas	1.023.433	€/año
Coste del tratamiento de aguas residuales	111.148	€/año
Coste de la gestión de residuos	3.763	€/año
Otros costes	—	—

	MESES
<b>RETORNO DE LA INVERSIÓN ESTIMADO:</b>	Inmediato

Referencia: Mirata, M., "Use of Environmental Performance Indicators to Promote Cleaner Production Technologies in Small and Medium Sized Cotton Textile Wet Processing Industry", MSc Thesis, Middle East Technical University, Department of Environmental Engineering, Sep 2000, Ankara, Turquía.

## 7.5. CASO PRÁCTICO 5

PAÍS: TURQUÍA

Localización de la empresa: Denizli

<p><b>Mejora realizada:</b> Reducción de la relación de baño de determinadas máquinas, de 1:9 a 1:4</p>
<p><b>Descripción:</b> El parámetro “relación de baño” es de gran importancia puesto que tiene una influencia directa en el consumo de agua, energía y productos químicos que se utilizan en cada una de las etapas del proceso textil en las que se trabaja en discontinuo. El valor de la relación de baño es un buen indicador del potencial de mejora existente, tanto desde el punto de vista económico como medioambiental. Dicha mejora puede ser alcanzada gracias a la adaptación de tecnologías más limpias. El parámetro “relación de baño”, además, tiene gran valor puesto que permite monitorizar las mejoras conseguidas.</p> <p>La reducción de la relación de baño de 1:9 a 1:7 puede conseguirse cambiando las condiciones en las que se realizan los procesos. No obstante, para conseguir la reducción del 1:7 al 1:4 debe adquirirse nueva maquinaria.</p> <p>La compañía disponía de máquinas “overflow” de una capacidad total de 2.900 kg. La sustitución de dichas máquinas por jets de tipo ULLR (relación de baño ultra baja) (3 de 600 kg, 2 de 300 kg y 3 de 150 kg de capacidad) significó una inversión de 1.026.882 €.</p> <p>La reducción de la relación de baño de un 1:9 a un 1:4 puede significar un ahorro de agua de hasta el 55%. El ahorro anual, en este caso, es de 618.220 €, que significa un 4,4% del coste global, considerándose éste como la suma del coste del agua, la energía y los productos químicos consumidos en los procesos húmedos.</p> <p>A continuación se presenta un resumen de los resultados obtenidos con la implantación de esta mejora:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de consumo de agua: 55%</li> <li>• Reducción de consumo de energía térmica: 41,25%</li> <li>• Reducción de consumo de productos químicos: 55%</li> <li>• Reducción del coste global: 46,8%</li> <li>• Ahorro anual total: 618.220 €</li> </ul>
<p><b>Inversión:</b> 1.026.882 €</p>

SITUACIÓN ANTES DE IMPLANTAR LA MEJORA	CANTIDAD	UNIDADES/AÑO
Consumo de energía	71.692.991	MJ/año
Consumo de agua	239.526	m <sup>3</sup> /año
Consumo de materias primas	1.589	t/año
Generación de aguas residuales	198.806	m <sup>3</sup> /año
Generación de residuos	42.493	Kg/año
Coste del consumo de energía	711.963	€/año
Coste del consumo de agua	149.382	€/año
Coste del consumo de materias primas	364.582	€/año
Coste del tratamiento de aguas residuales	70.544	€/año
Coste de la gestión de residuos	3.763	€/año
Otros costes	—	—

SITUACIÓN DESPUÉS DE IMPLANTAR LA MEJORA	CANTIDAD	UNIDADES/AÑO
Consumo de energía	42.116.218	MJ/año
Consumo de agua	106.456	m <sup>3</sup> /año
Consumo de materias primas	706	t/año
Generación de aguas residuales	88.358	m <sup>3</sup> /año
Generación de residuos	42.493	Kg/año
Coste del consumo de energía	418.244	€/año
Coste del consumo de agua	66.391	€/año
Coste del consumo de materias primas	162.262	€/año
Coste del tratamiento de aguas residuales	31.353	€/año
Coste de la gestión de residuos	3.763	€/año
Otros costes	—	—

	MESES
<b>RETORNO DE LA INVERSIÓN ESTIMADO:</b>	20

*Referencia:* Mirata, M., "Use of Environmental Performance Indicators to Promote Cleaner Production Technologies in Small and Medium Sized Cotton Textile Wet Processing Industry", MSc Thesis, Middle East Technical University, Department of Environmental Engineering, Sep 2000, Ankara, Turquía.

## 7.6. CASO PRÁCTICO 6

PAÍS: TURQUÍA

Localización de la empresa: Denizli

<p><b>Mejora realizada:</b> Instalación de un intercambiador de calor para la recuperación de energía</p>
<p><b>Descripción:</b> La recuperación de calor a partir de la descarga de baños calientes se consiguió con una eficiencia total en el coste de la recuperación de energía térmica del 17,57%.</p> <p>El coste del intercambiador de calor, para una capacidad de 1 t/h, era de 430 €. Dicho coste aumenta linealmente a medida que aumenta la capacidad. La compañía necesitaba una capacidad de 26 t/h para la recuperación de calor por lo que, incluyendo otros elementos adicionales para la recuperación de calor, el coste del equipo ascendió a 11.183 €.</p> <p>El ahorro anual que permitió la recuperación de calor fue de 205.458 €, por lo que el retorno estimado de la inversión no llegó a un mes.</p> <p>A continuación se presenta un resumen de los resultados obtenidos con la implantación de esta mejora:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de consumo de agua: -%</li> <li>• Reducción de consumo de energía térmica: 29,4%</li> <li>• Reducción de consumo de productos químicos: -%</li> <li>• Reducción del coste global: 17,8%</li> <li>• Ahorro anual total: 205.458 €</li> </ul>
<p><b>Inversión:</b> 11.183 €</p>

SITUACIÓN ANTES DE IMPLANTAR LA MEJORA	CANTIDAD	UNIDADES/AÑO
Consumo de energía	71.692.991	MJ/año
Consumo de agua	239.526	m <sup>3</sup> /año
Consumo de materias primas	1.589	t/año
Generación de aguas residuales	198.806	m <sup>3</sup> /año
Generación de residuos	42.493	Kg/año
Coste del consumo de energía	711.963	€/año
Coste del consumo de agua	149.382	€/año
Coste del consumo de materias primas	364.582	€/año
Coste del tratamiento de aguas residuales	70.544	€/año
Coste de la gestión de residuos	3.763	€/año
Otros costes	—	—

SITUACIÓN DESPUÉS DE IMPLANTAR LA MEJORA	CANTIDAD	UNIDADES/AÑO
Consumo de energía	51.003.884	MJ/año
Consumo de agua	239.526	m <sup>3</sup> /año
Consumo de materias primas	1.589	t/año
Generación de aguas residuales	198.806	m <sup>3</sup> /año
Generación de residuos	42.493	Kg/año
Coste del consumo de energía	506.505	€/año
Coste del consumo de agua	149.382	€/año
Coste del consumo de materias primas	364.582	€/año
Coste del tratamiento de aguas residuales	70.544	€/año
Coste de la gestión de residuos	3.763	€/año
Otros costes	—	—

	MESES
<b>RETORNO DE LA INVERSIÓN ESTIMADO:</b>	1

*Referencia:* Mirata, M., "Use of Environmental Performance Indicators to Promote Cleaner Production Technologies in Small and Medium Sized Cotton Textile Wet Processing Industry", MSc Thesis, Middle East Technical University, Department of Environmental Engineering, Sep 2000, Ankara, Turquía.

## 7.7. CASO PRÁCTICO 7

PAÍS: TÚNEZ

EMPRESA: Société Industrielle de Textile – SITEX (Producción de tejidos tipo Denim e Indigo)  
(Extraído de ficha MEDCLEAN n.º 10)

<p><b>Mejora realizada:</b></p> <p>Implantación de un programa de producción más limpia</p>
<p><b>Descripción:</b></p> <p>Conscientes de la importancia que tiene la producción limpia como instrumento útil de protección del medio ambiente, el Centre International des Technologies de l'Environnement de Tunis (CITET), Punto Focal Nacional del CAR/PL en Túnez, ha realizado un proyecto piloto sobre métodos de racionalización de la producción, la optimización de procesos y la minimización de los residuos con el objetivo de reducir los costes de producción, los impactos de las actividades industriales sobre el medio ambiente y aumentar la competitividad de las empresas. Este proyecto se ha realizado en diferentes sectores y, en el caso del textil, se realizó en la empresa SITEX.</p> <p>Los principales objetivos que se perseguía con la implantación del programa de producción más limpia en la empresa SITEX eran:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reducir el consumo de agua en el proceso de acabado del tejido</li> <li>2. Reducir los impactos que producía el proceso de tintura del tejido sobre el medio ambiente</li> </ol> <p>Tres opciones de prevención de la contaminación fueron identificadas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reducir el consumo de agua en el proceso de aclarado y eliminar la cubeta y el baño de aclarado n.º 5. Se consigue un ahorro de 6 m<sup>3</sup>/h de agua limpia. Esta reducción fue sólo posible después de establecer un control total del flujo de agua del proceso de aclarado.</li> <li>2. Recuperación del agua de refrigeración del proceso de chamuscado de los hilos de la máquina Goller hacia el depósito de refrigeración Frigotol. Se consigue un ahorro de 3.3 m<sup>3</sup>/h de agua limpia.</li> <li>3. Recuperación del agua de refrigeración del proceso de chamuscado de los hilos de la máquina Dénimrange hacia el depósito de refrigeración Frigotol. Se consigue un ahorro de 4 m<sup>3</sup>/h de agua limpia.</li> </ol>
<p><b>Inversión:</b></p> <p>4.972 €</p>

	<b>OPCIÓN 1</b>	<b>OPCIÓN 2</b>	<b>OPCIÓN 3</b>	<b>GLOBAL PROYECTO</b>
<b>Reducción anual del consumo de agua</b> Ahorro económico anual	18.000 m <sup>3</sup> /año 28.837,6 €/año	10.000 m <sup>3</sup> /año 15.910,4 €/año	12.000 m <sup>3</sup> /año 18.893,6 €/año	63.641,6 €/año
<b>Reducción anual del consumo de energía</b> Ahorro económico anual	843.000 th/año 12.927,2 €/año			12.927,2 €/año
<b>Reducción anual del consumo de productos químicos</b> Ahorro económico anual	32,8 t/año 10.938,4 €/año	18 t/año 5.966,4 €/año	22 t/año 6.960,8 €/año	23.865,6 €/año
<b>Reducción anual del consumo de piezas de recambio y mantenimiento</b> Ahorro económico anual	8.949,6 €/año			8.949,6 €/año
<b>Ahorro económico total</b>	61.652,8 €/año	21.876,8 €/año	25.854,4 €/año	109.384 €/año
<b>Inversión</b>	994,4 €/año	1.988,8 €/año	1.988,8 €/año	4.972 €/año
<b>Retorno de la inversión</b>	inmediato	1 mes	1 mes	17 días

1 \$ = 0,9944 €



## 7.8. CASO PRÁCTICO 8

PAÍS: TURQUÍA

EMPRESA: First Textile

(Extraído de la ficha MEDCLEAN n.º 13)

### Mejora realizada:

Implantación de un programa de producción más limpia

### Descripción:

La empresa First Textile produce tejidos de género de punto, hilados, tejidos teñidos (de algodón, poliéster y poliéster/algodón) y tejidos estampados. Su capacidad de producción es de aproximadamente 1.600 t/año de tejidos de género de punto, 4.500 t/año de tejidos teñidos, 800 t/año de hilados y fibras teñidas y 940 t/año de tejidos estampados. La compañía ha obtenido el estándar EKO-TEX-100.

La empresa realizó un estudio de sus procesos e identificó diversas opciones de minimización. Algunas de las opciones identificadas se resumen a continuación:

1. Recuperación de calor de los estricadores de los telares y las aguas residuales.
2. Disminución de la relación de baño en los procesos de blanqueo y tintura, que se situaba en 1:10.
3. Ahorro de agua y eliminación del uso de algunas materias primas de los procesos de blanqueo y tintura de los tejidos de algodón.
4. Ahorro de agua en los procesos de regeneración de las resinas de acondicionamiento del agua de proceso, que son lavadas a contracorriente con una disolución de cloruro sódico.

Después de realizar el estudio de viabilidad, algunas de las opciones identificadas fueron implantadas. En concreto:

1. La compañía incorporó intercambiadores de calor aire-agua a la salida de los estricadores para suministrar así, agua caliente a ciertas partes del proceso de tintura.
2. Se consiguió disminuir la relación de baño en los procesos de blanqueo y tintura hasta 1:8.
3. Se modificó la formulación usada en los procesos de blanqueo y tintura de los tejidos de algodón. Se eliminaron algunos de los lavados, así como algunos de los procesos de neutralización y se redujo la cantidad de detergente usada.
4. Se optimizó el proceso de regeneración de las resinas que ablandan el agua de proceso de entrada.

<b>OPCIÓN</b>	<b>BENEFICIOS MEDIAMBIENTALES</b>	<b>COSTE (inversión + operacional)</b>	<b>AHORRO ANUAL</b>	<b>RETORNO DE LA INVERSIÓN</b>
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del consumo de vapor y energía</li> <li>• Control de las emisiones</li> </ul>	326.978,6 €	510.127,2 €	1 año
2, 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del consumo de agua, energía y productos químicos</li> </ul>	0 €	32.188,73 € - 58.013,3 €	inmediato
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del consumo de agua y sales</li> </ul>	19.888 €	57.356,99 €	3 meses

1 \$ = 0,9944 €

## 7.9. CASO PRÁCTICO 9

PAÍS: EGIPTO

EMPRESA: El Nasr Spinning and Weaving Co  
Dakahleya Spinning and Weaving Co  
Amir Tex Co

(Extraído de la ficha MEDCLEAN n.º 20)

### Mejora realizada:

Prevención de la contaminación en el proceso de teñido en negro sulfuroso

### Descripción:

El Nasr Spinning and Weaving Co, Dakahleya Spinning and Weaving Co y Amir Tex Co son tres empresas textiles donde se realizó una auditoría industrial destinada a determinar las posibilidades de prevenir la contaminación en el proceso de teñido en negro mediante sulfuro.

Los teñidos en negro sulfuroso se utilizan para conseguir un negro azabache de las fibras de algodón; se consigue convertirlo en sustancia soluble en agua gracias a la adición de un agente reductor, normalmente sulfuro sódico, en virtud del cual la fibra absorbe el tinte. Después del teñido, el tinte vuelve al estado insoluble por la adición de un agente oxidante, con frecuencia dicromatos ácidos. Ambas sustancias, el sulfuro sódico y el dicromato ácido, son tóxicos, y su empleo puede dejar residuos nocivos en el tejido una vez acabado, y generar efluentes de difícil gestión.

La auditoría llevada a cabo en las empresas detectó oportunidades de producción más limpia mediante la sustitución de productos químicos. Por ello, se procedió a un análisis que permitiera conocer la viabilidad, los costes y la calidad del empleo de varios sustitutos potenciales del sulfuro sódico y del dicromato ácido; se llevaron a cabo asimismo pruebas piloto para determinar su aplicación a escala industrial. Además, se identificaron oportunidades de optimizar el proceso para mejorar la productividad y obtener ahorros económicos.

Se adoptaron las siguientes medidas:

#### 1. Sustitución del sulfuro sódico y el dicromato ácido.

Con ello se consiguió mejorar el tratamiento del efluente y ahorros en el tratamiento de las aguas residuales.

- Sustitución del sulfuro sódico: en las tres fábricas fue reemplazado por glucosa que, empleada con hidróxido sódico, da lugar a tonos muy oscuros, y tiene además un coste inferior al de otras posibles sustancias sustitutivas. Por otra parte, la eliminación del sulfuro libre evita el problema anteriormente existente de reblandecimiento durante el almacenaje.
- Sustitución del dicromato: en *El Nasr Spinning and Weaving Co.*, el dicromato fue sustituido por perborato sódico en cuanto que sustituto aceptable y con un precio inferior a otros y, en *Dakahleya Spinning and Weaving Co.* y *Amir Tex Co.*, se prefirió el peróxido de hidrógeno, dado que resulta particularmente adecuado para los géneros de punto (uno de los principales productos de ambas empresas).

**2. Optimización del proceso:**

- En El Nasr Spinning and Weaving Co. se redujo la temperatura del baño de jabonado. Los resultados fueron ahorros de vapor (16%) y electricidad (22%) y la reducción de la duración del proceso en 2 horas.
- En Dakahleya Spinning and Weaving Co. los lavados en frío se situaron entre las etapas de teñido y de oxidación, y se suprimieron dos baños: uno en frío posterior a la oxidación, y otro en caliente después del enjabonado. Los resultados fueron la reducción de los costes de vapor, agua y electricidad en un 38-39%, y la de la duración del proceso, que pasó de 13 a 8 horas, con el consiguiente incremento de la capacidad de producción.
- En Amir Tex Co. se suprimieron dos etapas de lavado en frío (después del lavado por rebosadero), lo que redujo un 15% el consumo de agua y también en la temperatura y la duración del baño de oxidación. Se ahorró asimismo electricidad (18%), vapor (21%), agua (15%), tiempo y trabajo.

<b>OPCIÓN</b>	<b>BENEFICIOS MEDIAMBIENTALES</b>	<b>COSTES ADICIONALES</b> (incremento del coste de sustancias químicas usadas —glusosa—) (€/t de tejido procesado)	<b>AHORROS</b> (€/t de tejido procesado)	<b>RETORNO DE LA INVERSIÓN</b>
Sustitución del sulfuro sódico y del dicromato	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de los residuos tóxicos en las aguas residuales</li> <li>• Eliminación de los materiales tóxicos del área de trabajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El Nasr Spinning and Weaving Co: 23,82</li> <li>• Dakahleya Spinning and Weaving Co: 3,57</li> <li>• Amir Tex Co</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El Nasr Spinning and Weaving Co: 91,23</li> <li>• Dakahleya Spinning and Weaving Co: 118</li> <li>• Amir Tex Co: 61,26</li> </ul>	Inmediato
Optimización del proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del consumo de agua y de vapor</li> <li>• Ahorro de electricidad</li> </ul>			

## 7.10. CASO PRÁCTICO 10

PAÍS: TURQUÍA

EMPRESA: Pisa Tekstil ve Boya A. S.

(Extraído de la ficha MEDCLEAN n.º 21)

### Mejora realizada:

Prevención de la contaminación en una empresa del sub-sector del algodón

### Descripción:

El diagnóstico medioambiental realizado en esta empresa evaluó el consumo de agua de la fábrica e identificó oportunidades para prevenir la contaminación y reducir el consumo de agua y energía que no necesitaran grandes inversiones. Estas oportunidades pueden resumirse así:

- Recuperación de calor mediante intercambiadores de calor vapor-líquido.
- Reducción de la relación de baño en el proceso de tintura.
- Reutilización de las aguas residuales tratadas.
- Posibilidades de recuperación energética.
- Reducción del consumo de agua en el proceso de regeneración de las resinas de acondicionamiento del agua de proceso.

Después de realizar un estudio de viabilidad que contemplaba aspectos técnicos, medioambientales y económicos, se escogieron las siguientes oportunidades:

1. Reducción de la relación de baño en el proceso de tintura de 1:7 a 1:4.
3. Reutilización del agua residual para el pre-lavado de filtros.
4. Optimización del proceso de regeneración de las resinas mediante el control de la dureza del agua. La empresa realiza un proceso de regeneración de resinas que dura 62 minutos, aunque después de 43 minutos la dureza del agua es prácticamente nula. Si el proceso de regeneración se realiza en 43 minutos, no sólo se logra reducir en 19 minutos el tiempo necesario para realizar la operación, sino que además se logran ahorros de 3 m<sup>3</sup> de agua de regeneración. Ya que se realizan dos procesos de regeneración de las resinas al día, el ahorro diario de agua de regeneración es de 6 m<sup>3</sup> y también se logran ahorros económicos ya que el coste de 1 m<sup>3</sup> de agua para el proceso, incluyendo el coste del agua, su acondicionamiento previo, el tratamiento de las aguas residuales y los costes de vertido, es de 0,64 €/m<sup>3</sup>.

		PROCESO ANTERIOR	PROCESO NUEVO	AHORROS
<b>Input</b>	Consumo de energía (kWh/d)	880,2	877,2	3
	Consumo de p. químicos (kg/d)	1.924	1.916	8
	Consumo de p. químicos (€/d)	149	143,3	5,7
	Consumo de agua (m <sup>3</sup> /d)	1.800	1.794	6
	Consumo de agua (€/d)	929,6	925,5	4,1
<b>Output</b>	Productos químicos (kg/d)	1.163	1.156	7
	Productos químicos (€/d)	82,3	81,3	1
	Aguas residuales (€/d)	602,2	599,1	3,1
<b>Beneficios medioambientales</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor consumo de energía</li> <li>• Menor consumo de agua</li> <li>• Menor consumo de p. químicos para el tratamiento de aguas residuales</li> <li>• Menor generación de aguas residuales</li> </ul>	
<b>Coste</b>			El coste de inversión y operacional es nulo	
<b>Ahorro anual</b>			<b>2.007,5 €</b>	
<b>Período de retorno de la inversión</b>			<b>Inmediato</b>	

## 7.11. CASO PRÁCTICO 11

PAÍS: EGIPTO

EMPRESA: El-Nasr

(Extraído de la ficha MEDCLEAN n.º 27)

### Mejora realizada:

Conservación de agua y energía en el sector textil

### Descripción:

Las principales actividades de la empresa El-Nasr (Mahalla El-Kobra, Egipto) son: la hilatura, el tejido y procesado húmedo. Su producción anual se cifra, aproximadamente, en 8.000 toneladas de tela bruta, de las cuales el 20% son hilaturas de algodón, el 12% hilaturas con mezcla de poliéster y el 68% tela cruda.

En el marco de un proyecto SEAM se llevó a cabo una auditoría industrial de la empresa y se identificaron diversas oportunidades para prevenir la contaminación. A continuación, se facilita una descripción de las más importantes:

1. El almacenamiento indebido de los colorantes y tejidos finales reducía el plazo de caducidad del tinte de los primeros, produciendo manchas en los segundos.
2. El aislamiento inadecuado de las tuberías de vapor y agua caliente conllevaba una gran pérdida de calor.
3. El condensado de vapor procedente de todos los departamentos era directamente depositado en el desagüe, en lugar de proceder a su recirculación a modo de agua de alimentación, produciendo un derroche innecesario de agua.
4. Se perdían enormes cantidades de energía térmica en los gases combustibles de la caldera emitidos al aire.
5. La descarga a la red de alcantarillado de cantidades considerables de efluente caliente en los departamentos de pretratamiento y tintura ocasionaban grandes pérdidas caloríficas.
6. Se descargaban directamente enormes cantidades del agua de lavado final en las cadenas de blanqueo sin proceder a su aprovechamiento.

Se prestó especial atención a aquellas mejoras que pudieron ponerse en práctica a bajo coste o a coste nulo, a causa de su fácil instauración y dado que a menudo conllevan un ahorro significativo.

Se halló que las etapas de pretratamiento y tintura presentaban un considerable potencial de ahorro, centrándose principalmente en el ahorro de agua y energía. Se emprendieron las acciones siguientes en este ámbito:

1. Recogida y aprovechamiento del condensado de vapor
2. Mejora del aislamiento de la red de vapor y agua caliente
3. Flujo contracorriente en la cadena de Kyoto
4. Instalación de válvulas de desconexión automática en las cadenas de blanqueo
5. Aprovechamiento del agua de lavado final en las cadenas de blanqueo

6. Recuperación de la energía térmica y aprovechamiento del agua de lavado empleada procedente del restregamiento de la hilatura y los líquidos de tintura
7. Mejoras en el almacenamiento (tintes y tejidos)
8. Optimización del uso de productos químicos, mediante la sustitución de algunos de ellos

Se consiguió:

- Reducción de un 20% en el consumo de agua
- Reducción de un 20% en la generación de aguas residuales
- Reducción de un 5% en el consumo de energía
- Reducción de un 5% en el consumo de productos químicos
- Reducción de un 5% en el consumo de combustible

DEPARTAMENTO DE LA FÁBRICA	ACCIÓN	CAPITAL Y COSTES DE EXPLOTACIÓN (€)	AHORRO ANUAL (€)	RETORNO DE LA INVERSIÓN (meses)
<b>Medidas ya instauradas</b>				
Todos	Recuperación del condensado de vapor	13.203,0	39.638,3	<4
	Mejora del aislamiento de las redes de vapor y agua caliente	14.083,2	39.646,0	<5
	Mejora de las instalaciones de almacenamiento	0	6.689,5	Inmediato
	Optimización del uso de productos químicos	0	10.269,0	Inmediato
Tejidos Pretratamiento	Flujo contracorriente en la cadena de Kyoto	12.909,6	65.064,4	<3
<b>Subtotal</b>		<b>40.195,8</b>	<b>161.307,2</b>	<b>&lt;3</b>
<b>Medidas adicionales a instaurar</b>				
Tejidos Pretratamiento	Instalación de válvulas de desconexión automática, cadena de Gaston County	10.709,1	13.159,0	<10
	Reciclaje del agua de lavado final	8.802,0	41.442,8	<3
Tintura de hilaturas	Recuperación térmica a partir de licores calientes	23.472,0	31.443,7	<9
<b>Subtotal</b>		<b>42.983,1</b>	<b>86.045,4</b>	<b>&lt;6</b>
<b>RELACIÓN COSTE / BENEFICIO TOTAL</b>		<b>83.178,9</b>	<b>247.352,6</b>	<b>4</b>



## 8. PROPUESTAS Y CONCLUSIONES FINALES

---

El sector textil se puede considerar un sector importante en la economía de la mayor parte de los países de la cuenca Mediterránea, como se desprende de los datos recibidos de contribución al PIB, que oscilan entre un 1%, en el caso de Israel, y un 23%, en el caso de Siria. No obstante, el sector textil presenta estructuras diferenciadas en los distintos países. Este hecho, junto con la heterogeneidad de la información recibida, hace que la comparación entre países, por lo que respecta a los subsectores en estudio, tintura, acabados y estampación, sea difícil. En algunos países, no se consideran de forma separada dichos subsectores, por lo que no ha sido posible recabar datos exclusivamente referidos a ellos.

A partir de la información recibida se desprende que la mayor parte de las empresas de los subsectores de tintura, acabados y estampación pueden considerarse PYME, aunque existen también grandes empresas, a veces pertenecientes al sector público, en países como Egipto o Libia.

Cabe destacar, en cuanto al tipo de materias primas, la gran importancia de la industria del algodón en países como Egipto, Turquía o Siria; y de la lana, en países como Libia, Siria, Túnez o Turquía.

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

Tal como se ha descrito en capítulos anteriores, los subsectores de tintura, estampación y acabados presentan una serie de características que determinan y condicionan su problemática medioambiental. Estas características son:

- Materia prima (fibras y tejidos) procedente de otras empresas, incluso de otros países y, con frecuencia, desconocimiento de los productos químicos que se pueden haber utilizado en fases anteriores de su manufactura y que pueden afectar a las fases posteriores de ennoblecimiento.
- Gran variedad de procesos (un mismo establecimiento suele procesar diversos tipos de fibras y tejidos, con unos mismos equipos o con equipos diferentes, para obtener gran variedad de acabados, y de efectos finales).
- Procesos rápidamente cambiantes en el tiempo (un mismo establecimiento suele variar el tejido o fibra que utiliza como materia prima, así como los procedimientos de ennoblecimiento a los cuales lo somete en función de la demanda del mercado y los dictados de la moda, por lo que

dichos procedimientos pueden ser significativamente distintos de temporada a temporada. Además, las longitudes de las partidas a procesar también pueden cambiar de una temporada a otra).

- Los procesos pueden ser en continuo, semicontinuo o discontinuo (batch), pero siempre requieren de diversas etapas de procesado.
- En las operaciones de blanqueo y de tintura es posible el “reoperado” o la “añadida” de una misma partida, hasta obtener la calidad deseada. No sucede lo mismo en procesos de estampación y en algunos de apresto.
- Gran parte de las etapas (tintura y acabados) son en húmedo y a temperatura elevada, cosa que implica consumos de agua y energía importantes.
- Gran parte de las etapas en húmedo requieren agua de determinada calidad, por lo que son necesarios procesos de acondicionamiento del agua, como la electrodiálisis o la ósmosis inversa.
- La gran variedad de procesos existente en un mismo establecimiento requiere la manipulación de un elevado número de colorantes, productos auxiliares y productos químicos.

Dadas estas características básicas, se generan las siguientes problemáticas ambientales:

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

No obstante, y tal como se ha explicado en el capítulo 6 y se ha ilustrado en el capítulo dedicado a casos prácticos, esta situación permite la implantación de gran número de mejoras para conseguir la prevención de la contaminación y el ahorro de recursos naturales. A grandes rasgos, teniendo en cuenta la diversidad del sector y para poder mantener la competitividad de las empresas, la solución radica en la implantación, en cada caso particular, de aquella o aquellas mejoras que se consideren más adecuadas de entre todas las posibles. Una lista no exhaustiva de estas mejoras es:

- Aislamiento de todas las conducciones y equipos que trabajen con vapor o agua caliente, para minimizar las pérdidas de energía.

- Estudio de las posibilidades existentes para la recuperación de calor, ya sea a partir de gases calientes, vapor o agua caliente.
- Estudio de la posibilidad de reducir el número de etapas que se realizan en húmedo, mediante la realización de dos o más etapas en un mismo baño. Así se suele conseguir, no sólo la reducción del consumo de agua y de energía, sino también de auxiliares y productos químicos.
- Optimización de los procesos y de los equipos para reducir las relaciones de baño utilizadas y minimizar, así, el consumo de agua.
- Implantar el control automatizado de las variables críticas de proceso para minimizar los índices de “reoperados” y “añadidas”, con lo cual, no sólo se ahorra agua, energía, colorantes, auxiliares y productos químicos, sino que se puede aumentar la productividad del establecimiento.
- Automatización de la preparación de baños de tintura, pastas de estampación y aprestos, mediante cocinas de colores automáticas y dosificación de auxiliares automáticas, para minimizar potenciales errores, que repercutirían en un mayor índice de “reoperados” y “añadidas”.
- Estudio de las posibilidades de reutilización de aguas residuales en determinados procesos, como por ejemplo algunos aclarados.
- Estudio de las posibilidades de reciclaje en origen de algunos baños, de algunos aprestos y de restos de pastas de estampación.
- Optimización de las operaciones de limpieza de máquinas y utensilios.
- Reducción, dentro de la medida de lo posible, de la variedad de colorantes, auxiliares y productos químicos que se utilizan; y almacenamiento y control de estocs correcto de todos ellos para reducir la generación de productos caducados o en mal estado que deben ser gestionados como residuos.
- Adecuación del volumen de los envases en los que se adquieren colorantes, auxiliares y productos químicos al nivel de consumo de cada producto. En los casos en los que el consumo es elevado, interesa disponer de instalaciones para la recepción del producto a granel, puesto que así se evitará la generación de envases vacíos.

No obstante, para llevar a cabo algunas de estas opciones, es necesaria la sustitución de determinadas materias primas, la adquisición de determinada instalación y/o la implantación de determinada nueva tecnología (tal como se detalla en el capítulo 6) que, aunque pueden ser objetivos interesantes en si mismas por los beneficios ambientales que conllevan, también pueden ser requisitos para la consecución de objetivos más globales.

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

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



## BIBLIOGRAFÍA

---

- Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference document Best Available Techniques for the Textiles Industry. Draft February 2001.
- El sector d'acabats tèxtils: alternatives i reducció dels corrents residuals. CIPN (1999).
- Estudio sobre vertidos industriales. FUNDACIÓN COTEC (1999).
- Sector textil. Epígrafe 6.2 FUNDACIÓN ENTORNO (Setiembre 1998).
- Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos. N. L. NEMEROW, A. DASGUPTA. Ed. Díaz Santos (1998).
- Informe medioambiental de la industria del acabado textil. FUNDACIÓN ENTORNO (Junio 1998).
- Establishment of ecological criteria for textile products. DWI (1997).
- Profile of the textile industry. EPA (Setiembre 1997).
- Aguas residuales en la industria de tintes y acabados textiles. R. QUERALT, E. MARTÍNEZ. Revista Tecnología del Agua. (Diciembre 1997).
- Auditoria de la indústria d'ennobliment tèxtil. GFE (1992).
- La técnica de los procesos en el acabado textil. Prof. Dr. PAUL SENNER (1977).





