

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA Y TEXTIL**



**“PRODUCCIÓN LIMPIA EN TINTORERIA DE LA  
FÁBRICA TEXTIL LA BELLOTA”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO QUÍMICO**

**POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACION DE  
CONOCIMIENTOS**

**PRESENTADO POR :**

**MÁXIMO ALBERTO, MORENO CUEVA**

**LIMA-PERU**

**2006**

## RESUMEN

Las políticas de control de la contaminación ambiental han cambiado sustancialmente desde finales de los 80, hacia nuevas tendencias preventivas que reformulan la pregunta “¿Qué hacemos con los residuos?”, “¿Qué podemos hacer para no generar residuos?”. Este replanteamiento es la base del concepto de producción limpia, que en la práctica no corresponde con su significado literal. La expresión indica realmente una producción ambientalmente más limpia, para generar un producto final más respetuoso con el medio ambiente, como resultado de un proceso que incorpora, en cada una de las fases del ciclo de vida de los productos, las mejores prácticas ambientales.

Como resultado de este esfuerzo, voy a presentar lo que debería optarse como Guías Ambientales: Buenas Prácticas de Producción Más Limpia para el Sector textil, las cuales están llamadas a constituirse en una de las herramientas más importantes para estos propósitos, por cuanto proponen acciones concretas para el ahorro y usos eficiente del agua, la energía y para el mejoramiento continuo de los procesos en la planta.

## I.- INTRODUCCION

El fortalecimiento se fundamenta en la promoción del control preventivo y correctivo de la contaminación industrial, el establecimiento de instrumentos de autogestión en estas materias y la adopción de buenas prácticas ambientales que lleven a la sostenibilidad ambiental y el mejoramiento de la competitividad empresarial. Específicamente se orientó a:

- Lograr la implementación de tecnologías más limpias o prácticas correctivas ambientales, que conduzcan a la disminución del consumo de materias primas e insumos, agua, energía y a la minimización de residuos
- Promover el cumplimiento de las disposiciones legales en materia ambiental, mediante la incorporación de técnicas o la introducción de procesos limpios y acciones integrales correctivas.
- Capacitar al recurso humano, en el desarrollo y sostenimiento de las mejores prácticas ambientales y de gestión empresarial.
- Establecer un sistema de información sobre el desempeño ambiental de las industrias, como fundamento para la toma de decisiones y la evaluación del desempeño ambiental.
- Promover y divulgar las mejores prácticas ambientales, a través del desarrollo de *Guías Ambientales de Buenas Prácticas de Producción Más Limpia*.

## INDICE

I.- GENERALIDADES DE LA EMPRESA TEXTIL LA BELLOTA .....	5
1.1 Descripción de la Empresa .....	5
1.2 Organización y Estructura .....	5
II.- CONSIDERACIONES GENERALES DEL PROCESO DE TINTORERÍA .....	7
2.1 Diagrama de Procesos General .....	9
2.1.1 Hilado .....	9
2.1.2 Urdido, Tejido y Engomado.....	10
2.2 Diagrama de procesos de tintorería .....	12
2.2.1 Desencolado o Desgomado.....	13
2.2.2 Descrude.....	13
2.2.3 Mercerización.....	13
2.2.4 Lavado .....	13
2.2.5 Blanqueado.....	14
2.2.6 Teñido.....	15
2.2.7 Proceso de la Tinción .....	18
2.2.8 Acabado .....	21
2.3 Insumos y productos de tintorería .....	23
2.4 Descripción de los equipos.....	30
III.- PROBLEMÁTICA AMBIENTAL.....	33
3.1 Identificación de los Residuos .....	33
3.1.1 Residuos líquidos.....	33
3.1.2 Generación de emisiones atmosféricas.....	35
3.1.3 Residuos sólidos.....	36
3.2 Manejo de Residuos.....	36
3.3 Variables a controlar .....	37
3.4. Costos	38
IV.- ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.....	39
4.1 Que es producción mas limpia .....	39
4.2 Diagnóstico ambiental inicial.....	39

4.3 Aspectos a considerar .....	40
4.3.1 Minimización de residuos.....	40
4.3.2 Ahorro en el consumo de agua.....	41
V.- ALTERNATIVAS PARA DISMINUIR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL .....	42
5.1 Propuestas de Mejoramiento.....	42
5.2 Propuestas de buenas prácticas y Alternativas.....	45
5.3 Resultados que pueden obtenerse.....	53
5.4 Normas ISO 14001.....	54
VI.- COSTOS Y BENEFICIOS.....	56
VII.- TRATAMIENTOS DE EFLUENTES LÍQUIDOS.....	59
VIII.- CONCLUSIONES.....	67
IX - BIBLIOGRAFIA .....	69
X .- GLOSARIO.....	70
XI.- ANEXOS .....	71

# **I.-GENERALIDADES DE LA EMPRESA TEXTIL LA BELLOTA**

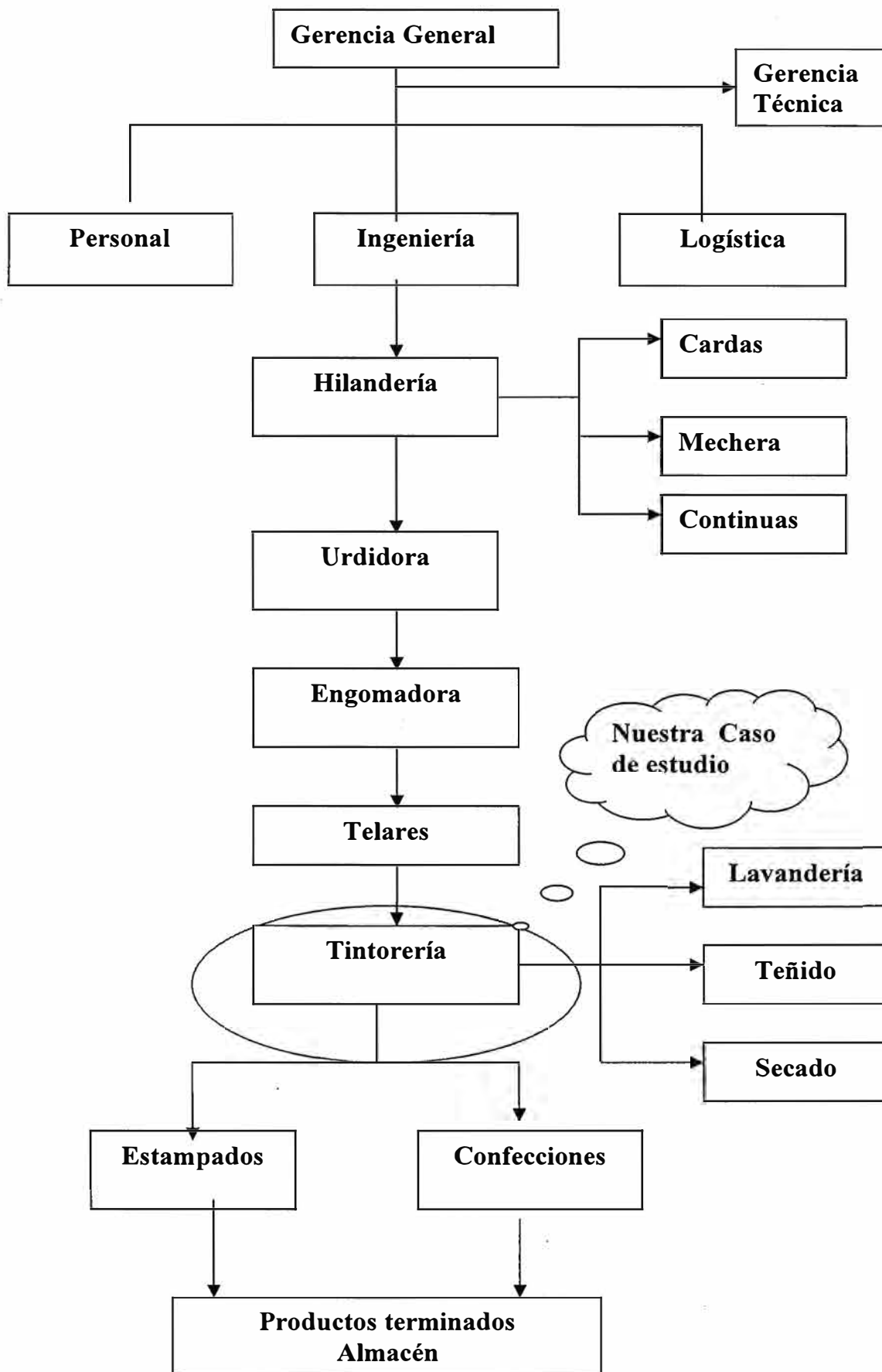
## **1.1.- Descripción de la empresa**

La fábrica textil La Bellota S.A. es una empresa peruana, ubicada en la zona industrial de Lima. Dedicada hace 65 años a la fabricación de telas planas, felpa y productos manufacturados a partir de este tipo de telas, no obstante, atiende tanto al mercado local como internacional, dichos productos están principalmente orientados a la exportación. El proceso se lleva a cabo desde la apertura de los fardos de algodón para la obtención de hilo hasta tejido plano y felpa teñido, y acabado.

## **1.2.- Organización y Estructura**

La empresa trabaja en dos turnos cuenta con 65 empleados y 180 obreros. Actualmente debido a la competencia desleal de precios y calidad en el mercado peruano, su planta central ha sido reducida en un 40 por ciento ya que han sido vendidos como tiendas para el comercio de las Malvinas. Su Organigrama se muestra en la Fig. No 1 .

**Figura 1 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA**

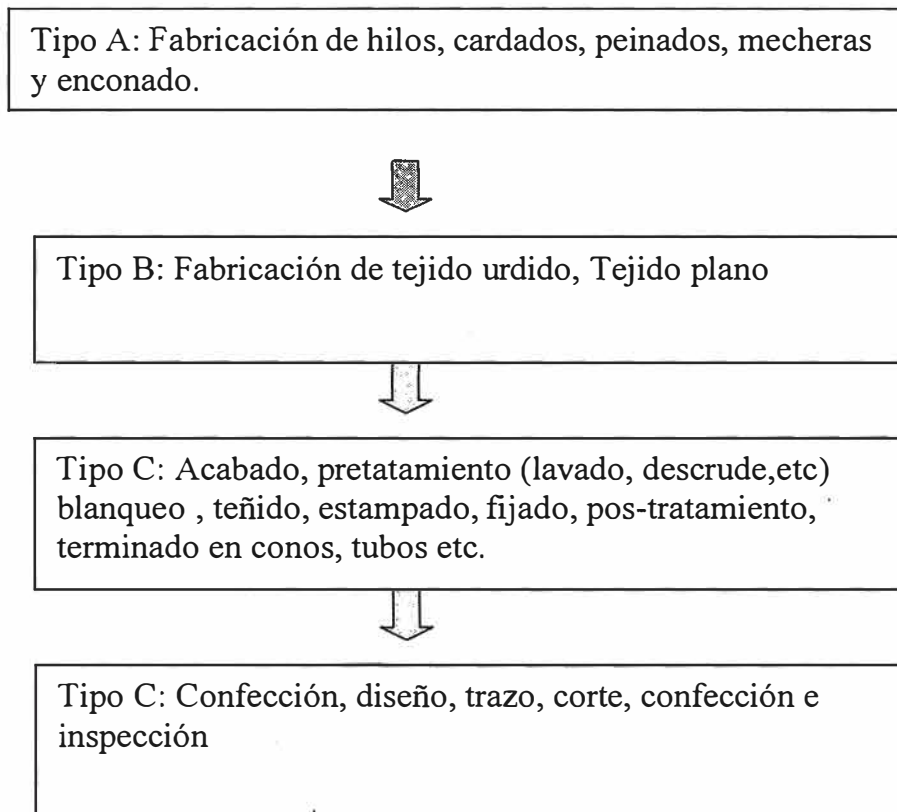


## II.-CONSIDERACIONES GENERALES DEL PROCESO DE TINTORERIA

### 2.1.- DIAGRAMA DE PROCESOS GENERAL

Los procesos de producción de la Fábrica textil pueden dividirse básicamente en tres etapas o sectores, aunque en muchos casos una empresa o industria puede incluir 2 ó 3 tipos de sectores; es decir que el sector tipo A, tipo B, tipo C; podría ser departamentos de una misma textilera; por lo tanto se debe hacer una clasificación como es mostrada en la figura 2.

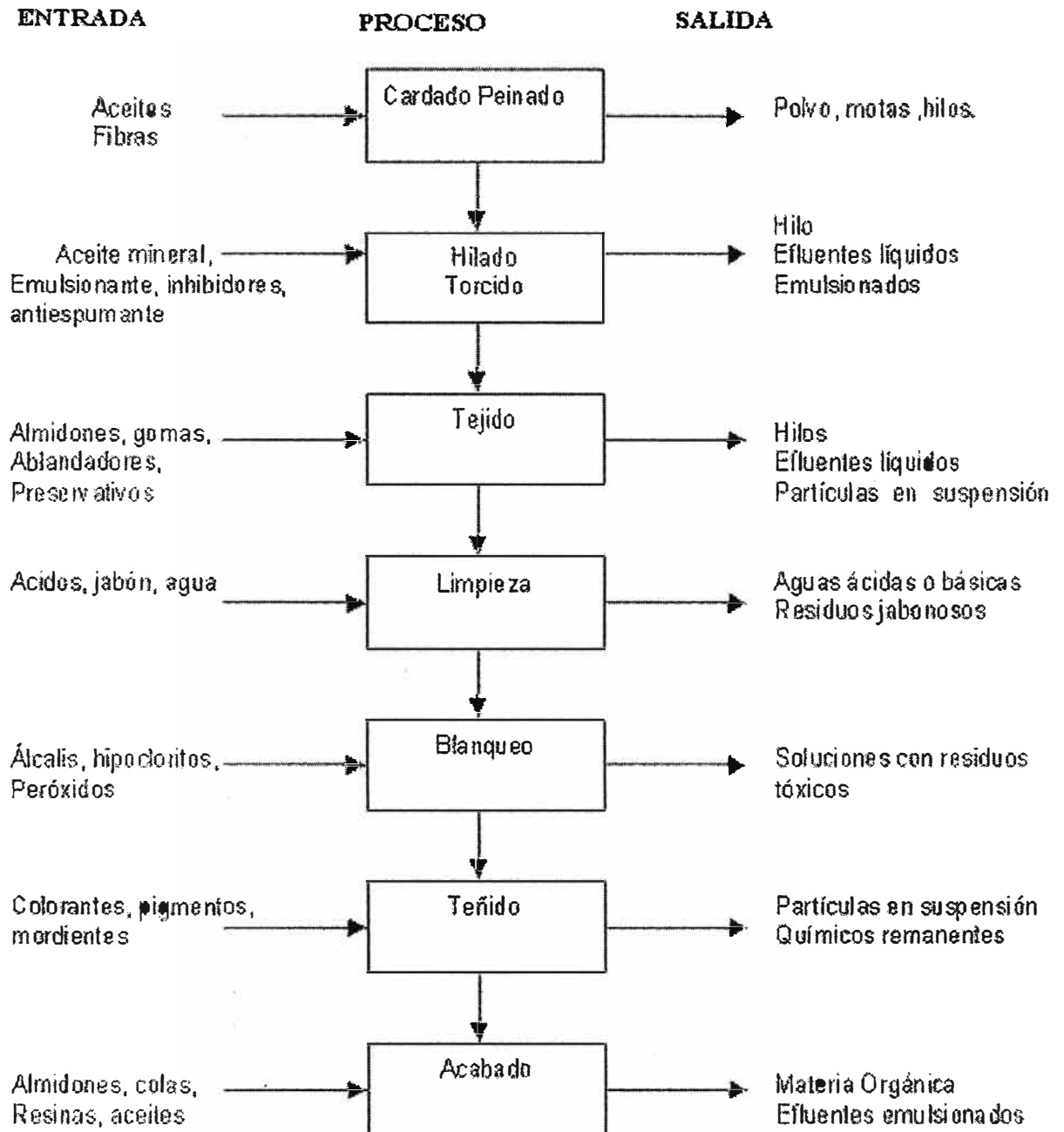
**Figura 2.- PROCESOS DE PRODUCCION**



Cada uno de estos procesos, tienen materias primas que siguen una secuencia de entrada - proceso y salida que a continuación se describen brevemente, a través del siguiente diagrama de bloques (Figura 3).



**Figura 3.- DIAGRAMA DE PROCESOS POR ETAPAS**



## Descripción General

**2.1.1.- Hilado.-** Esta etapa comprende el conjunto de operaciones (tabla 1) mediante las cuales las fibras se transforman en hilos continuos y uniformes. Luego disponerlas de manera que puedan formarse con ellas un cilindro de longitud indefinida.

**Tabla 1. OPERACIONES EMPLEADAS EN EL HILADO**

<b>OPERACIÓN</b>	<b>EQUIPOS EMPLEADOS</b>	<b>DESCRIPCION/OBJETIVOS</b>
Preeliminarios	Abridoras, desbrozadoras	Descomponer mezclar , desmontar y abrir montones de fibras que llegan en copos a la planta , a fin de eliminar impurezas y polvo
Cardados	Cardas y peinadores	Separan las fibras e inician el proceso de colocarlas paralelas entre si , mediante la acción de dispositivos rotatorios dotados de púas de acero que giran a velocidades diferentes y en sentido contrario
Estirado	Estiradores	Reducción del diámetro de las mechas y aumenta la longitud, gracias a la acción de cilindros que giran a velocidades crecientes.
Hilado	Hiladoras	Se adelgazan las mechas hasta la numeración deseada ( titilación de cada mecha) confieren el grado de torsión necesario para asegurar su solidez y resistencia
Ovillado	Bobinadoras	Se lleva a cabo el arrollamiento de las fibras en conos, bobinas y rodetes, adicionalmente se inicia la preparación de las hilazas mediante de aceites.

Primero, la materia prima (**pacas** de fibras tanto de algodón como sintéticas) se alimenta a máquinas llamadas pick-up(abridoras), en donde se

limpia de basura o alguna otra impureza que esté en las pacas y al mismo tiempo se desmenuza, posteriormente se introduce en los batanes donde se mezcla la materia prima para formar rollos.

El proceso siguiente es el **Cardado**, que consiste en la transformación de las fibras textiles a mechas de aproximadamente cuatro centímetros de diámetro las cuales se enrollan hasta una longitud de aproximadamente 5,000 metros.

Durante el **Estirado** se regulan estas mechas, es decir se separan las mechas largas y las cortas o rotas. Las mechas generadas del estirado se dirigen hacia unas prensas de rodillos, las cuales se presionan y se estiran para dar volumen al material.

El siguiente paso es el **Peinado** en el cual se presionan y limpian las nuevas mechas que tienen un diámetro más pequeño, estas se estiran nuevamente y se unen y tuercen entre sí para formar una mecha a partir de cuatro. En el re-estirado se mezclan las mechas resultantes del peinado, en caso de ser necesario (por ejemplo, algodón y poliéster), para formar una nueva fibra. Aquí también se obtienen fibras más delgadas por un nuevo estiramiento.

A continuación, las **mechas** siguen el proceso de torsión y tensión convirtiéndolas en pabilo los cuales se encarretan en bobinas de plástico o carretes metálicos. Con la finalidad de dar mayor resistencia a los pabilos, en el proceso de hilado, se someten a un último estiraje y torsión a partir del cual se obtiene el hilo que es enrollado en canillas. Finalmente, en el enconado se lleva a cabo una purificación del hilo mediante la eliminación de impurezas como son: hilos gruesos, cortos, sucios rotos.

Las materias primas utilizadas durante los procesos anteriores son fibras naturales y sintéticas, aceites minerales, aprestos emulsionantes y espumantes, entre otros.

### **2.1.2.- Urdido, tejido y engomado**

El proceso de tejido consiste en enlazar los hilos de la urdimbre y de tramar con otros, con el objetivo de transformar las fibras o hilos en telas. Dependiendo del artículo que se desee, se desarrolla el diseño, la proporción de la fibra y la estructura de la tela.

Procesos como el canillado, devanado, torsión y urdido son operaciones preparatorias del tejido que combinan numerosos hilos cortos en menor número de cabos continuos.

**En el proceso de urdido**, los carretes de hilo se pasan a otros carretes para el tejido. Este proceso tiene el objetivo de reunir en un carrete una longitud y número determinado de hilos, por ejemplo, para obtener un carrete de tejido se monta una fileta, que en promedio consta de **1,200 hilos**, luego se procede a colocar el título, medir el número de vueltas, la tensión de trabajo y finalmente completar la orden de trabajo requerida. Si la materia prima llega a la planta en carretes de tejido este proceso no será necesario. En este proceso generalmente se mantienen condiciones adecuadas de humedad y de temperatura basándose en vapor de agua, las cuales son controladas en función de las especificaciones de elaboración de cada tela.

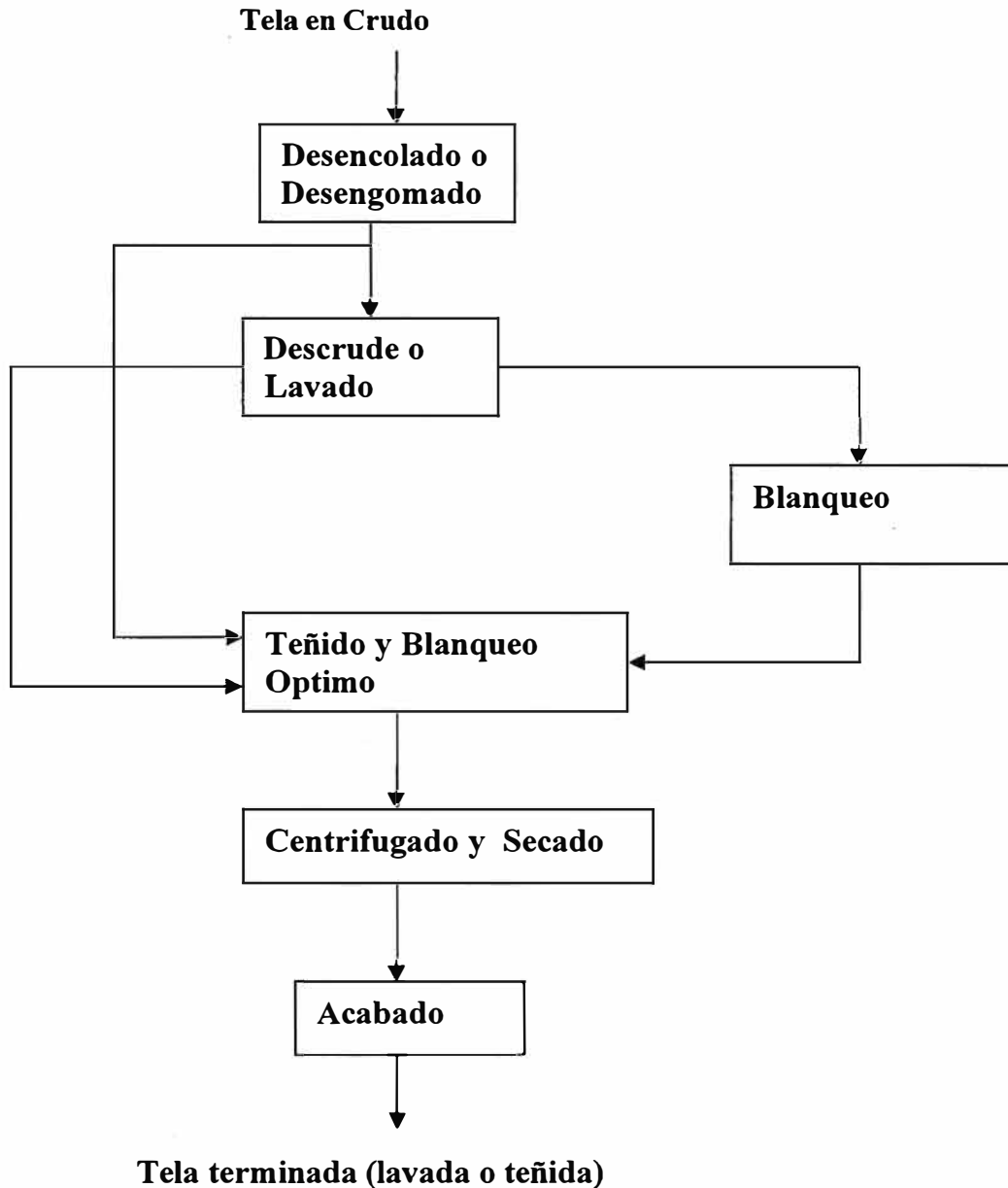
**Los ablandadores** se usan para proporcionar flexibilidad a la película de almidón, para propagar la lubricación a la hilaza que ha de pasar por los peines, lizos y atalajes del telar. Se usan como ablandadores: el sebo, diversos aceites y grasas, como el aceite de coco, el de ricino, la estearina, la parafina y varios aceites y grasas sintéticos.

**Engomado** consiste en recubrir las hebras de la urdimbre con componentes de encolado con el fin de darles resistencia y suavidad y evitar así que se rompan. Se lleva a cabo sumergiendo las hebras en una artesa o recipiente que contiene el agente de encolado. Éste se deja secar en la hebra donde permanece hasta que es eliminado en operaciones posteriores en la planta de acabado. Como resultado de este proceso, el tejido plano puede contener agregados (compuestos de encolado) equivalentes a un 15 por ciento del peso del tejido. Los agentes de encolado más comunes son el almidón, el alcohol polivinílico (PVA) la carboximetilcelulosa (CMC) y ácido poliacrílico (PM). El almidón tradicionalmente se asocia con el encolado del algodón. El engomado puede generar descargas ocasionales de agua residual, por lo general debido al rebose y limpieza del equipo, rodillo y tanques de reposición de la engomadora.

## 2.2.- DIAGRAMA DE PROCESOS EN TINTORERIA

Como se muestra en la siguiente figura.

Figura 3.- Diagrama de proceso de Tintorería



La preparación previa para la tintura de algodón consta de las siguientes etapas:

**2.2.1.- Desencolado o Desgomado** consiste en limpiar la seda de impurezas como la serina o goma de la seda, para lo cual se emplean generalmente soluciones alcalinas, jabón de aceite de oliva o aceite rojo, soda cáustica, carbonato de

sodio o sulfito sódico, a un pH de 10., el proceso se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 2 . DESENCOLADO**

<b>TIPO DE DESENGOMADO</b>	<b>CONDICIONES</b>	<b>MECANISMO</b>
Ácido	Temperatura ambiente , 4-12 horas	Hidrólisis y solubilización de la fécula mediante ácidos inorgánicos diluidos.
Enzimático	55-82° C , durante de 4-8 horas	Emplea enzimas vegetales o animales para descomponer la goma en forma solubles al agua

### 2.2.2.- Descrude.-

Para eliminar las impurezas se lava en una autoclave con hidróxido de sodio diluido, carbonato sódico y aceite sulfurado, de 8-12 horas a temperatura y presión elevadas. El proceso puede efectuarse en frío o caliente dependiendo del tipo de algodón., **características del efluente ver anexo tabla 1.**

**2.2.3.- La Mercerización** consiste en el tratamiento de los tejidos o de la hilaza de algodón, con una solución concentrada de soda cáustica bajo tensión a baja temperatura para hacerlos más fuertes, lustrosos, absorbentes y más susceptibles al teñido.

### 2.2.4.- Lavado

Para el material tejido de color se utiliza una autoclave abierta y se evita el hidróxido de sodio. La coloración natural de la tela se elimina con una solución de hipoclorito de sodio en pozos de blanqueado, después del cual la tela se saca al aire, se lava la tela y se declora con bisulfito de sodio, se aclara de nuevo la tela y se lava a fondo con ácido sulfúrico o clorhídrico diluido. Después de un lavado final la tela queda listo para la tinción o el estampado.

### 2.2.5.- Blanqueo

Depende del tipo de material que se desea blanquear, de manera similar al pretratamiento se hace de distintas formas :Blanqueo óptico y por concentración

En el proceso de blanqueo se utilizan el peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ), que es el más importante blanqueador; aunque también se utilizan con menor frecuencia al hipoclorito de sodio ( $NaClO$ ) o clorito de sodio ( $NaClO_2$ ).

Los potenciales redox de estas sustancias bajo condiciones normales dependen mucho del pH. En el caso de  $H_2O_2$  su potencial redox facilita que pueda ser empleado en proceso en frío o en caliente y además ofrece ventajas técnicas y ecológicas sobre el  $NaClO$  y el  $NaClO_2$ . Por ejemplo, el uso de  $H_2O_2$  forma sólo agua y oxígeno durante la reacción de blanqueo.

El agente blanqueador de reducción que más se usa es el ditionito de sodio ( $Na_2S_2O_4$ ). El empleo de estos agentes requiere de sustancias auxiliares, dentro de los que se incluye activadores, estabilizadores, sistemas buffer y surfatantes, los cuales controlan el proceso de blanqueo para evitar daño al tejido crudo tratado y mejorar la absorbencia.

De manera similar al pre-tratamiento, el blanqueo de los materiales se hace de distintas formas dependiendo del material a tratar.

A continuación se mencionan los procesos más comunes de blanqueo:

- **Blanqueo de concentración:** Se utilizan soluciones diluidas en Hipoclorito de sodio y peróxido de hidrógeno, compuestos clorados, (hipoclorito de calcio o sodio), agentes de concentración y agentes secuestradores orgánicos e inorgánicos como polifosfatos o ácido Etilen-diaminatetra-acético (EDTA).

Para blanquear lino o rayón también puede utilizarse EDTA que evita las concentraciones de películas de jabón insoluble en la tela y permite que no se impregnen iones de hierro que provocarían un color amarillo en la tela.

- **Blanqueo del lino:** Se utilizan soluciones diluidas en ácido clorhídrico, peróxido de hidrógeno y álcalis.
- **Blanqueo del rayón:** Se blanquea de forma similar al primero pero requiere de tiempos más cortos y menores concentraciones de químicos.

- **Blanqueo de la seda y lana:** Se blanquean utilizando dióxido de azufre y peróxido de hidrógeno. Para estas telas no deben utilizarse compuestos que liberen cloro, ya que causan aspereza y amarillamiento.

**Tabla 3.- PARA UN BLANCO ÓPTICO DE FELPA**

<b>Entrada</b>	<b>Proceso</b>	<b>Salida</b>
Peso:175Kg. De Felpa Soda Cáustica 17.5 kg. Agua Oxigenada al 50% 14 Kg MakiBlanc 0.263 Kg Hipoclorito de Na(10%)	Banco óptico Relación de baño de 1/10 T=98 ° C Tiempo 1 h 30 minutos	Felpa Residuos líquidos
Felpa + Productos químicos adheridos	Enjuague , En Caliente ( 3 enjuagues) En Frío (3 enjuagues) Control del Peroxido	Felpa + Residuos Líquidos (peroxido)
Felpa+productos químicos adheridos + ácido Acético(1.75 Kg)	Neutralización	Felpa + residuos líquidos Ácido acético
Felpa + suavizantes Requisa SIL 2.625 kg	Enjuague por 25 minutos	Toallas Silver

Máquina donde se lleva a cabo.- THEN

Volumen .1,750

### **2.2.6.- Teñido**

El teñido es el proceso que puede generar más contaminación debido a que requiere el uso no solamente de colorantes y químicos, sino también de varios otros productos especiales conocidos como auxiliares de teñido. Estos últimos constituyen una parte integral de los procesos de teñido (por ejemplo, agentes reductores para el teñido con colorantes tina), incrementando las propiedades de los productos terminados y mejorando la calidad del teñido, la suavidad, la firmeza, la textura, estabilidad dimensional, resistencia a la luz, al lavado, etc.



compuestos químicos, sin embargo, generalmente son surfactantes, compuestos inorgánicos, polímeros y oligómeros solubles en agua y agentes solubilizantes. Los auxiliares más comerciales son preparaciones que contienen varios de estos compuestos.

### **Sustancias auxiliares para el teñido**

Algunos de los agentes auxiliares que se emplean comúnmente en las empresas y sus funciones son:

#### **A).-Agentes Hidrotrópicos y solubilizantes del Color.**

Son empleados para disolver grandes cantidades de tintes de color en una pequeña cantidad de agua. Estos agentes incrementan la solubilidad debido a sus propiedades anfotéricas y son empleados en las técnicas de Pad Batch o Pad Steam.

Algunos solventes son empleados en el teñido y estampado para lavar los residuos de color del equipo y aparatos empleados en el proceso. También algunos auxiliares empleados en el teñido continuo contienen solventes, agentes hidrotrópicos y surfatantes, no solamente por su habilidad para solubilizar el colorante, sino también para mejorar el proceso de fijado.

Los productos comerciales suministrados para disolver los colores contienen mezclas de solventes, dispersantes y surfatantes.

**Agentes de Nivelación** Facilitan una distribución uniforme del colorante sobre la tela para obtener tonalidades e intensidades de coloración uniforme

Las desigualdades en la coloración son causadas o intensificadas por los siguientes factores:

- Variable afinidad del color por las fibras
- Distribución inadecuada del líquido en el textil
- Diferencias de temperatura en el textil
- Variable afinidad de las fibras por el color

Lo anterior se puede prevenir optimizando las técnicas del teñido (por ejemplo, mejorando la difusión del líquido hacia el textil y controlando el pH) y

empleando agentes niveladores.

### **B).- Reguladores de pH**

El pH influye sobre la absorción de los colorantes aniónicos hacia las fibras de lana y/o poliamida y en el fijado de los colores reactivos en las fibras de celulosa. Controlando el pH, es posible mejorar la coloración en la fase de absorción, o para controlar la fijación del colorante cuando se tiñen mezclas de algodón- poliéster con colorantes reactivos o dispersos.

### **C).- Aceleradores del teñido**

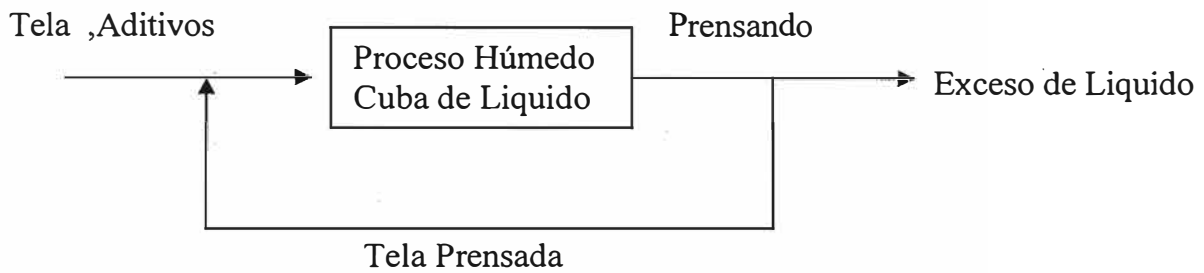
Los aceleradores del teñido son empleados en los procesos de teñido por agotamiento de fibras sintéticas, para incrementar la velocidad de absorción del color disperso hacia la fibra, proporcionando más rapidez de difusión dentro de la fibra y mejorando el rendimiento del colorante.

#### **Descripción.-**

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.

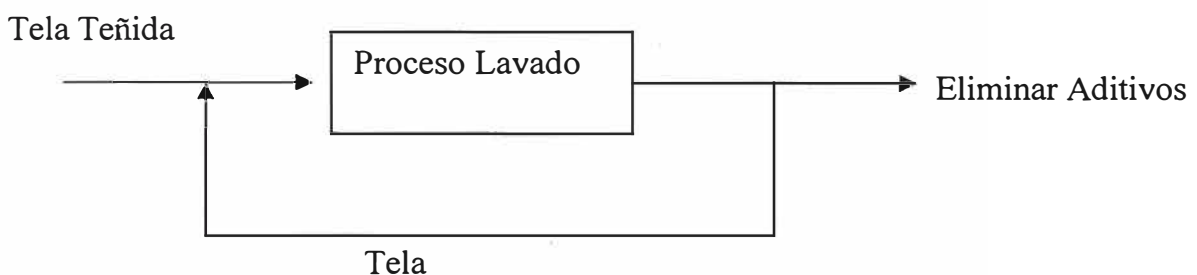
**La mayoría de las operaciones que se realizan en la empresa son “en húmedo”** y tienen lugar en un recipiente o cuba lleno de líquido (habitualmente agua), en el que se han disuelto o están en suspensión las materias primas y aditivos en los que se sumerge el material textil. Seguidamente, este material es prensado para eliminar el exceso de líquido, que se devuelve al recipiente para ser reutilizado.

**Figura. 4.- ACELERADORES DE TEÑIDO**



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.

**Figura 5.- ELIMINACIÓN DE ADITIVOS**



La maquinaria que se utiliza depende del tipo de operación y de la forma de presentación del material textil.

### **2.2.7.- Proceso de Tinción**

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 proceso , 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
- Carbonizado (para la lana)
- Chamuscado (luego del teñido)
- Desaprestado (desencolado)
- Lavados químicos
- Lavados con disolventes
- Blanqueo químico
- Blanqueo óptico ( cuando no se tiñe)

Estos procesos ya han sido descritos anteriormente.

**Tabla 4.- OPERACIONES DE PREPARACIÓN DE LA TINCIÓN**

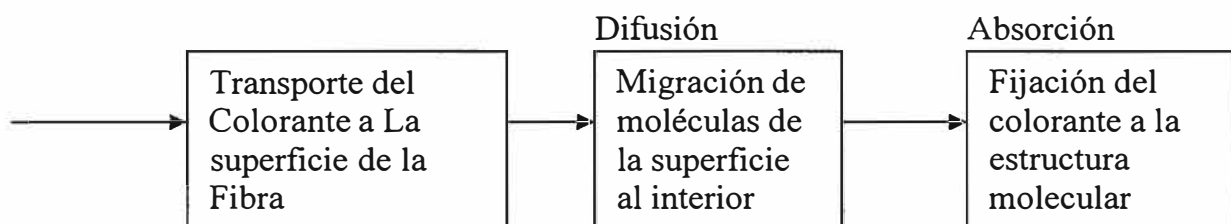
<i><b>Entrada</b></i>	<i><b>Proceso</b></i>	<i><b>Salida</b></i>	<i><b>Emisiones atmosféricas</b></i>
Algodón, felpa Reactivos auxiliares: NAOH, detergentes, Hidrosulfitos Sódicos, Agentes Hidroquelantes	<i><b>Descruzado</b></i>	Algodón+ Aguas residuales: BOD(demanda química de oxígeno),Alcalinidad, suciedad de fibras	Vapores alcalinos
Algodón+NAOH+ Humectantes anionicos,HCL/H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Mercerizado	Algodón+ Agente alcalinidad	
Algodón+ H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /NaClO <sub>2</sub> Regulador de PH <i><b>Blanqueador óptico</b></i>	Blanqueo químico y Óptico	Algodón + agentes oxidantes DQO(demanda química de oxígeno)	Vapores aerosoles

## Formas de proceso de tinción

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:

**Figura 6.- Etapas de la tinción (proceso Físico-Químico)**



### A).- Tintura en proceso 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 que el colorante 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.

Las maquinarias empleadas que se emplean en el proceso discontinuo son :Jigger, Then, y Oveflows.

## **B).- Tintura en proceso 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 en los procesos continuos es mucho más rápida que en el tintado por lotes, pero requiere procesar un mínimo de 10.000 metros

### **2.2.8-Acabado**

El acabado abarca todas las operaciones químicas y mecánicas a que se someten los hilos y los tejidos. Consta de los procesos de Pretratamiento, blanqueo, teñido, fijado, estampado, post-tratamiento (aprestado, secado, planchado y otras operaciones menos comunes, por ejemplo, afelpado y aterciopelado).

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.

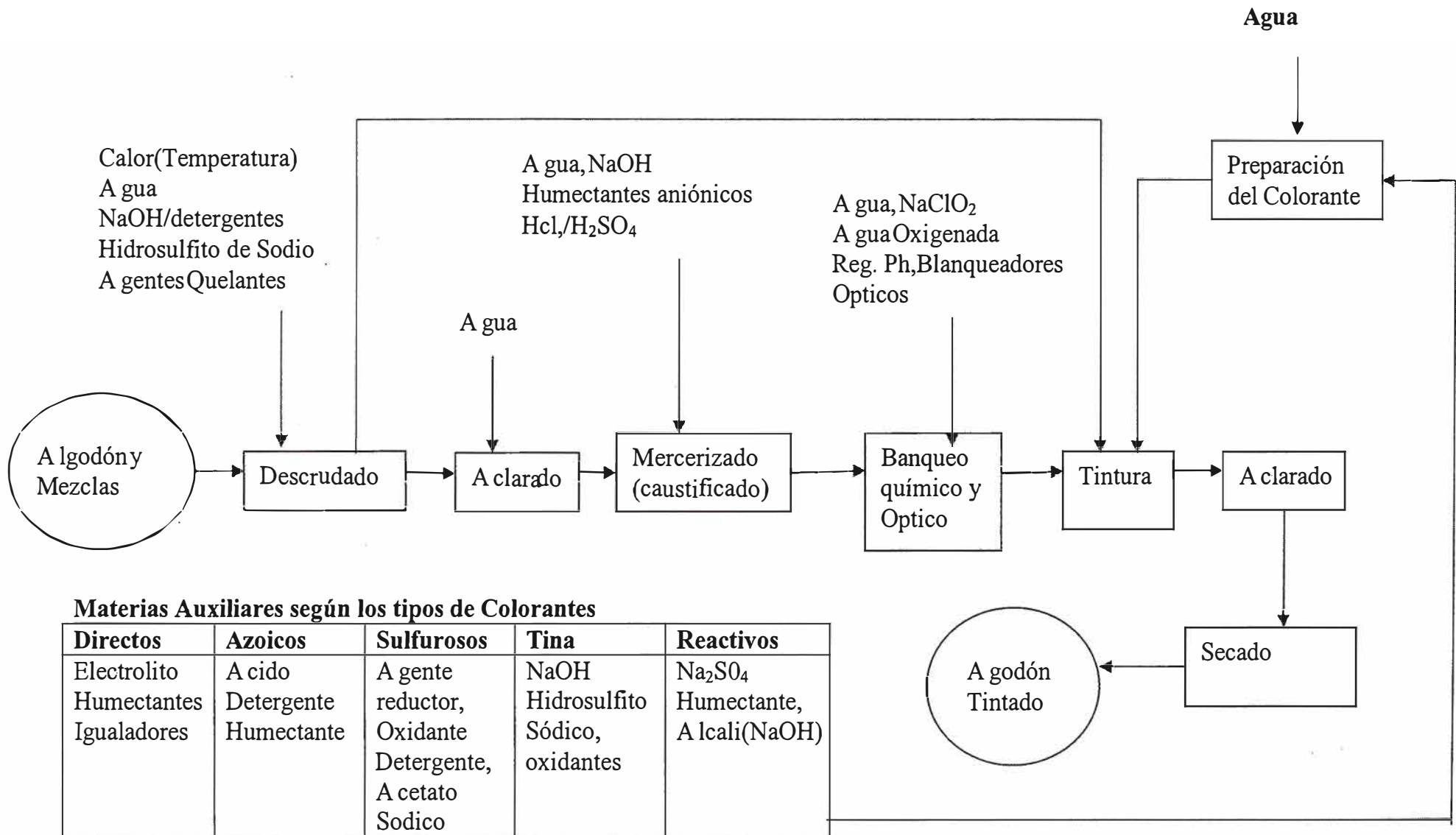
Acabados químicos más habituales tienen funciones específicas: suavizado, hidrofugado, impermeabilizado, bactericida, etc.

Los principales subprocesos de acabado son los siguientes:

- Suavizantes catiónicos como: sales de amonio cuaternario, amino ésteres y amino amidas
- Suavizantes no iónicos de tipo poliéster glicólico o polieter glicólico
- Suavizantes reactivos como amidas de ácidos grasos .

Resumiendo el proceso general de tintorería como se observa en la figura 7 donde se identifica cada proceso.

**Figura. 7.-PROCESO DE TINCION EN FIBRAS DE ALGODÓN Y MEZCLAS**

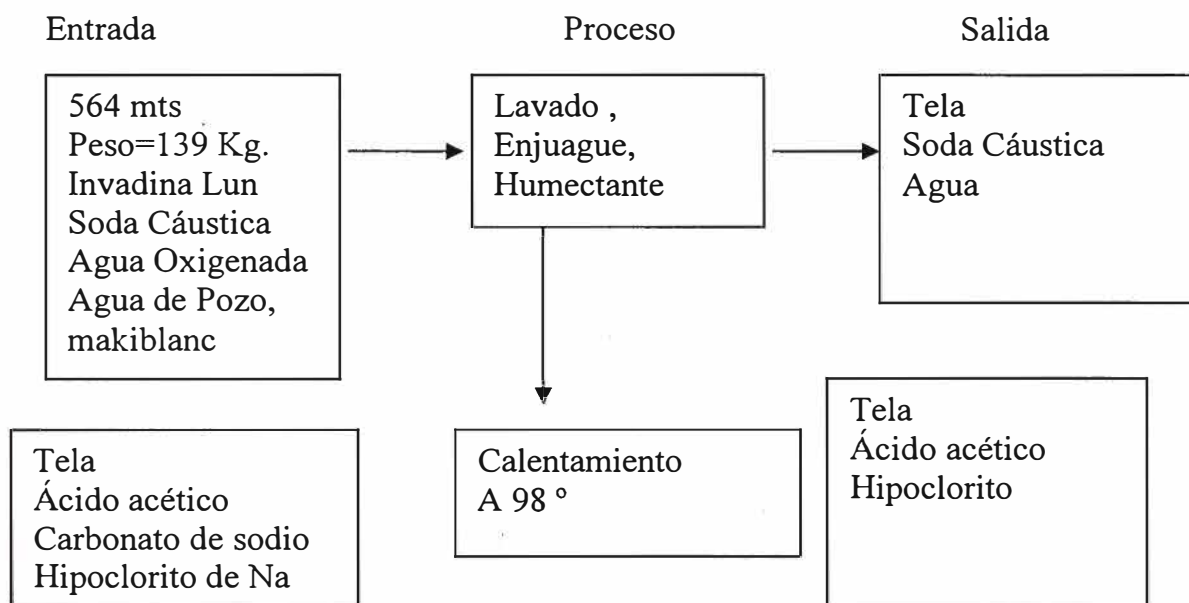


### 2.3.- INSUMOS Y PRODUCTOS QUÍMICOS EMPLEADOS.-

Tomando como ejemplo algunos de los productos que se obtienen después del proceso:

a) Cada materia prima viene con un número de guía de acuerdo a los siguientes pasos:

**Figura 8.- BLANQUEO ÓPTIMO PARA FELPA ATERCIOPELADO  
(MÁQUINA JIGGERS)**



El ácido acético es un agente químico muy tóxico y volátil que causa afecciones a las vías respiratorias, mareos y fatiga respiratorias. Es el producto que hay que controlar o sustituir por uno de menos contaminante.

#### **Materias primas y aditivos**

La Empresa Textil La Bellota utiliza en gran escala Felpas para las toallas e hilos para la fabricación de las frazadas, para ello las materias primas empleadas son:

- **Fibras naturales:** algodón, lana, Felpa, etc.
- **Agua de Pozo**
- **Energía Eléctrica**



Estos materiales son preparados con la ayuda de numerosos productos químicos. La mayoría de estos son productos importados. Las materias primas pueden contener inicialmente residuos químicos, como pesticidas y preservantes, en el caso de las fibras naturales.

**Los productos químicos mas empleados pueden ser dividido en los siguientes Subgrupos:**

- Productos químicos básicos: álcalis (para lavado), sales, hipoclorito, peróxido, agentes oxido-reductores y solventes orgánicos.
- Surfactantes (para lavado y otros) agentes tensoactivos catiónicos, aniónicos y no iónicos.
- Colorantes y blanqueadores ópticos: que incluyen colorantes reactivos, pigmentos, sulfurosos, directos, dispersos, ácidos, azoicos y tina, así como colorantes básicos.
- Agentes de teñido: carrier (carrier de pigmentos, incluyendo compuestos aromáticos clorados), agentes complejantes, agentes de pretratamiento de teñido (incluyendo productos de condensación de ácidos aromáticos sulfónicos), agentes equalizantes y retardantes (surfactantes para detener el efecto de los colorantes).
- Agentes de impresión: espesadores (derivados de celulosa y alginatos), agentes de enlace (polímeros).
- Agentes de pretratamiento: suavizantes y agentes antiestáticos (surfactantes), agentes retardantes de llama (compuestos bromados y organofosforados), aprestos, repelente de agua, aceite y suciedad (fluorocarbonos, siliconas y parafinas), agentes antiarrugas y antiencogido.

### **Descripción de los productos químicos para la tintura -**

Los tintes ácidos y básicos se utilizan en un baño de ácido débil para la lana y algodón. Algunos tintes ácidos se aplican después de tratar la fibras con un mordiente de óxido metálico, ácido tánico o dicromato.

#### **A).- Los tintes directos.**

No son fijos se utilizan para teñir lana, algodón . Estas fibras se tiñen mediante cocción. Para teñir los tejidos de algodón con tintes de azufre se prepara un baño con el tinte, carbonato de sodio anhidro, sulfito sódico y

agua caliente. Este proceso de tintura también se efectúa mediante ebullición.

Para teñir algodón con colorantes azoicos se disuelve naftol con soda cáustica acuosa. El algodón se impregna con el naftoxido de sodio que se forma y después se trata con una solución de un compuesto diazoico para fijar el tinte en el material.

Los colorantes a la tina se transforman en leuco-compuestos con hidróxido de sodio e hidrosulfito sodico, este proceso se lleva a cabo a una temperatura de 30-60 grados °C.

Los tintes dispersos se utilizan para teñir las fibras sintéticas Hidrófobas. Hay que utilizar agentes de esponjamiento o portadores de naturaleza fenólica para que estos tintes actúen.

#### **B).- Colorantes azoicos insolubles**

El fundamento de la tintura con colorantes azoicos insolubles se basa en la formación de un pigmento coloreado sobre la 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.

La materia textil impregnada del desarrollador se introduce a 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.

#### **C).- Colorantes sulfurosos**

De constitución química no muy bien definida, reciben este nombre porque contienen azufre, generalmente formando una cadena (Ar-S-S-Ar' o 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.

#### **D).- 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

#### **E).- 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 o 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.

#### **F).- Colorantes reactivos**

Los colorantes reactivos son una de las familias de colorantes más utilizadas 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, monocloro difluoro pirimidínicos, 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.

#### **G).- Los tintes minerales.-**

Son pigmentos inorgánicos en forma de sales de hierro y de cromo, que después de la impregnación se precipitan añadiendo una solución alcalina caliente.

Los tintes minerales para algodón se utilizan en un baño caliente o frío de carbonato sódico anhidro y sal comun.

#### **H).- 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
- 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

(procedimiento de cromatado posterior). Estos procedimientos están en desuso y sólo se utilizan en algún caso muy concreto por el procedimiento “low chrome”.

#### **I).- 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.

#### **J).- Colorantes catiónicos**

Los colorantes catiónicos son sales de bases orgánicas que son 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.

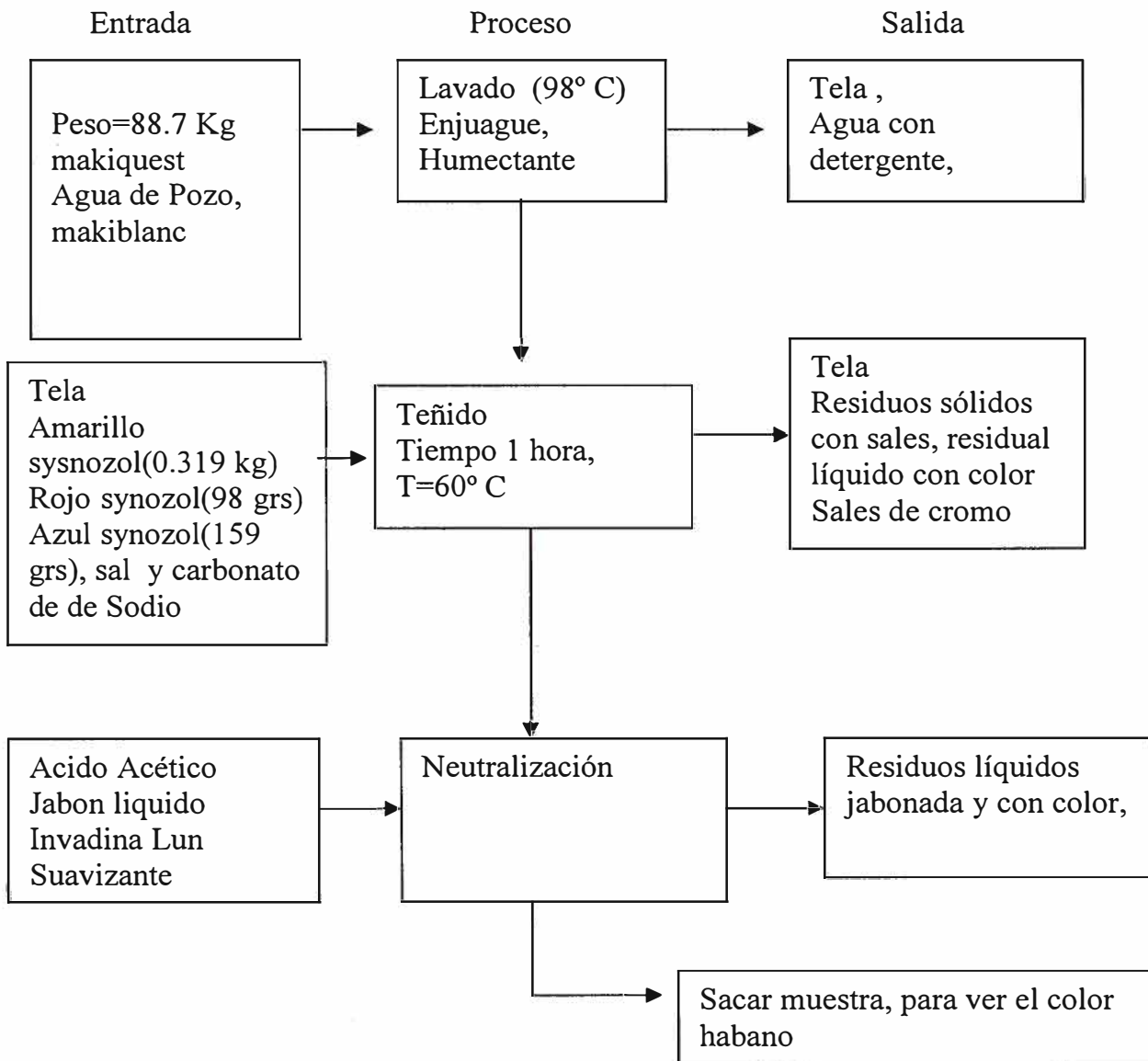
**H).- Dyeton** : Éstos son tintes reactivos bifuncional. Las cuáles están teniendo una aceptación a nivel industria textil los reactivos del mismo tipo Monochloro Triazinyl. el chromogen del color se apoya a través de un stillbene en la molécula. Esta estructura proporciona buen fastness ligero y también un buen lavado, fastness debido a tener alto peso molecular. La reducción de sulfuro en el efluente de la tintura de azufre negro. Los tintes sulfurosos son compuestos insolubles en agua que deben ser convertidos a una forma soluble para después ser reducida para tener afinidad con la fibra a teñir

**Figura. 9.- SE MUESTRA UN EJEMPLO DE PROCESO DE TINTURA**

Materia prima :Felpa , Color a obtener :Habano-Silva

Proceso:Teñido Reactivo Medio

Peso de la materia :88.7 Kg. => 106 MTS/UNI y 105 MTS/UNI



**2.4.- DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS.-**

La fabrica cuenta con 7 equipos para tintorería , que son: 1 equipo para proceso discontinuo , 3 equipos JIGGER, 1 JET,1 equipo THEN y un equipo OVERFLOW.

**A).- Maquinaria utilizada para procesos discontinuos.-**

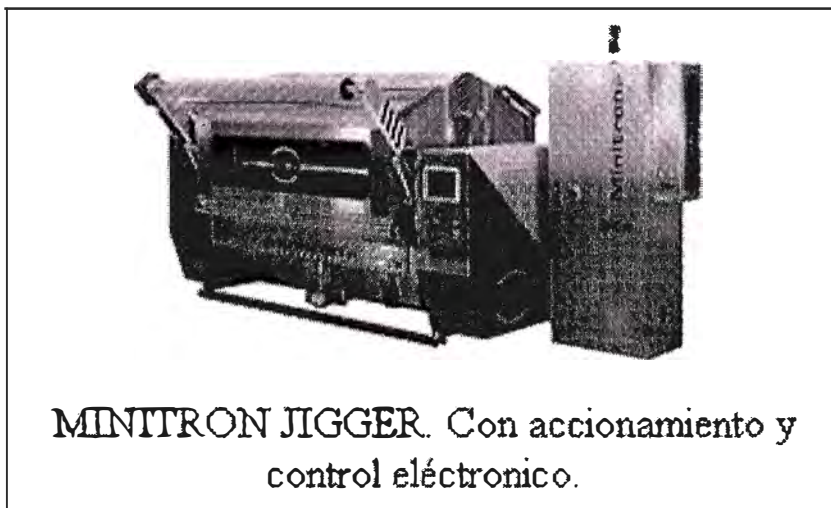
**Armarios:** la materia textil (hilado en forma de madejas) está estática sobre un soporte, el baño en movimiento es impulsado por una bomba y el recinto está a presión atmosférica.

**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 la 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.

**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 trabajar a presiones atmosféricas y a 100 °C, mientras los que trabajan a presión pueden alcanzar a 145 °C.

**JIGGERS:** Para el blanqueo y tintura de tejidos al ancho en alta y baja temperatura. La gama abarca desde diámetros de rollo de 450 hasta 1450 mm. y anchos útiles desde 1600 hasta 3600 mm. En la nueva generación de **jiggers** MCH, se les han incorporado dispositivos y sistemas operativos que permiten importantes acortamientos en los procesos.

- **SECADORES A COJIN DE AIRE:** Para el secado de tejidos abiertos o tubulares. La estructura modular de la máquina permite ampliar los campos de secado en función a las expectativas de producción del cliente.





## **B).- Maquinarias para Procesos Continuos.-**

**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, y en el que 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 un dispositivo que impulsa 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”.

“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.

### **III.- PROBLEMÁTICA AMBIENTAL**

El mayor riesgo de tinción lo plantean los disolventes y determinados colorantes inflamables. Ambos productos deben guardarse en lugares seguros diseñados de forma adecuada.

Los principales problemas ambientales están relacionados con las sustancias tóxicas que se liberan en la atmósfera y las aguas residuales, además de los agentes potencialmente tóxicos; Asimismo los malos olores que se expiden son motivos de preocupación sobre todo cuando las plantas de estampación y la sección de tintorería están cerca de zonas comerciales urbanas (las Malvinas)

La contaminación de la aguas residuales con los tintes no fijados es un problema ambiental grave, por el problema a la salud humana y animal y también por el cambio de color. En la tintura ordinaria se logra una fijación del 90% del tinte, pero en la estampación con los tintes reactivos solo se logra un 60% o menos. Esto significa que más de la tercera parte de los tintes reactivos entra a las aguas residuales, cuando se lava el tejido una vez teñido. También entran mas tintes en los lavados de los tamices, los paños de la estampación y los tambores.

#### **3.-1.- IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS**

##### **3.1.1.- Residuos Líquidos**

La cantidad de agua, reactivos químicos, detergentes y colorantes empleados en la industria de teñidos Felpas, toallas es variable y depende del tipo de tela, del tratamiento que se efectuará sobre la fibra y de la maquinaria usada.

En el proceso de teñido se emplea grandes volúmenes de agua. Los enjuagues representan entre el 50 y 60% del total de agua descargada con material contaminante; como restos de productos químicos, colorantes. Además de altas temperaturas , se emplean para el calentamiento de agua un caldero que funciona a petróleo el cual causa contaminación atmosférica dentro de la planta , perjudicial para el personal dentro de la fábrica. La fuente principal es el DBO.

**FUENTE DEL DBO(demanda bioquímica de oxígeno)** es una medida indirecta de la cantidad de material orgánico presente en el agua que puede ser biológicamente degradado (por microorganismos). Ya que el oxígeno disuelto se agota en el proceso de degradación del material orgánico, la cantidad de material orgánico puede expresarse en términos de la cantidad de oxígeno requerido. Como se utiliza oxígeno en un recipiente de agua que recibe residuos orgánicos, las condiciones del agua pueden volverse sépticas y generar problemas en la calidad del agua y la salud pública.

Los valores de DBO incluidos en el anexo representan datos (para cada proceso) previamente publicados.

Las aguas residuales contienen una mezcla de los productos químicos usados y DBO. Algunos productos químicos como los detergentes son eliminados completamente por los enjuagues, en cambio otros como los colorantes son agotados parcialmente en la tela.

Las aguas residuales pueden contener cantidades importantes de aceites debido a grasas y ceras naturales agregados en los procesos de terminación de la fibra y que es necesario retirar antes del proceso de teñido.

La mayoría de los colorantes no son degradables y pueden contener metales como cobre, aluminio y hierro. Pueden presentarse también emisiones de cadmio, cromo y plomo. Existen colorantes que son extremadamente tóxicos y presentan, por lo tanto, un efecto inhibitorio sobre los lodos activados en los tratamientos biológicos.

Los agentes de teñido que contienen compuestos aromáticos clorados son considerados como los más peligrosos para el ambiente. Además, las aguas residuales contienen importantes cantidades de sólidos suspendidos, principalmente fibras y sustancias químicas disueltas.

Los procesos que aportan carga contaminante son:

- Descrudes, con vertimientos de detergentes, emulsionantes, secuestrantes, antiespumantes, solventes, suavizantes y productos engomantes. (Los límites de contaminación anexo tabla 4)
- Teñidos, con vertimientos de colorantes, igualadores, dispersantes,

antiespumantes, estabilizadores de pH, secuestrante de dureza (ver anexo)

- Los residuos del formaldehído y algunos complejos de metales pesados (la mayoría de los cuales son inertes) pueden ser suficientes para irritar la piel y sensibilizar a aquellos que transportan los tejidos teñidos.
- Blanqueo, con vertimientos de soda, solventes, blanqueadores ópticos, emulsionantes, peróxidos y ácidos.
- Lavados, con vertimientos de detergentes y de colorantes hidrolizados.
- Estampados, con vertimiento de colorantes y pigmentos remanentes y productos auxiliares como ácidos, estabilizadores, álcalis, humectantes, y resinas.

### **3.1.2.- Generación de emisiones atmosféricas**

Las emisiones que van al aire son de varios lugares de la planta, aunque el enfoque es más en la sección de tintorería.

- Secadoras de aire caliente.
- Máquinas de teñido.
- Tanques de almacenamiento.
- Área de depósito.
- Escapes fugitivos (ventilación en general).

Las emisiones al aire son el resultado de los procesos y de la producción de energía. Las emisiones de proceso comprenden sustancias orgánicas volátiles y material particulado de la impresión, secado, tratamientos en seco de la tela y manejo de reactivos químicos, entre otras cosas.

Los gases producidos en los calderos son el CO<sub>2</sub> y el monóxido de carbono perjudicial para la respiración y productos químicos volátiles como el ácido acético empleado en un blanqueo. Las emisiones de sustancias orgánicas volátiles pueden contribuir a la formación de oxidantes fotoquímicos y también causar olores poco agradables.

Por otro lado, la fábrica requiere una gran cantidad de energía para calefacción y otros propósitos. El tipo de combustible es el petróleo que es la fuente de energía utilizada por los calderos. La mayor parte de la contaminación causada por el uso de este combustible son el óxido de azufre y nitrógeno y el material particulado.

### **3.1.3.-Generación de residuos sólidos:**

Tintorería: Telas, Carbonato de Sodio y sales de ClNa.

En el proceso de descrude y preparación de la tinción generan residuos sólidos que son desechados a través de las tuberías de desagüe que inclusive deterioran y dificultan la paso de los efluentes líquidos.

## **3.2.- MANEJO DE RESIDUOS**

En principio la fábrica tiene como política evitar la generación de todo residuo contaminante, pero debido a los costos y a la falta de información técnica del personal lo realizan de una manera poco experimental y mecánica en ambos casos.

Por ejemplo, cada obrero que laborara en tintorería tiene un conocimiento superficial de los productos químicos peligrosos, como por ejemplo el ácido acético que causa mareos y vómitos, el ácido sulfúrico que causa daños peligrosos a la piel, y así se pueden mencionar muchos productos que el personal no lo toma en cuenta.

Los deshechos que ocasionan cada proceso de tintura, son muchos la más resaltantes son:

- Reciclaje/renovación de los baños de tratamiento discontinuo.
- Reuso de la corriente residual.
- Recuperación de sustancias químicas de la corriente residual.
- Uso de procesos alternativos.
- Tratamiento de las corrientes residuales (independientemente y/o de modo integral).

En muchos casos es posible reducir la cantidad de compuestos químicos utilizados en el procesamiento textil sin que ello produzca un efecto significativo en la calidad del producto. Con frecuencia los materiales usados en exceso son los despumadores, surfactantes, lubricantes y otros tipos de productos químicos similares de uso particular.

En el caso de las sustituciones químicas para reducir la descarga de residuos, la situación no está bien definida. Son varios los problemas que complican la situación, entre ellos:

- La falta de datos sobre la DBO(demanda bioquímica de oxígeno), la toxicidad y otros de parte de los proveedores.
- Dificultades para correlacionar los datos sobre los productos puros para hacer un estimado de los efectos en los licores de tintura gastados y otras corrientes residuales.
- Dificultades para evaluar los efectos de la DBO comparada con la toxicidad.

Una forma de evaluar el potencial de problemas relacionados con la demanda de oxígeno/toxicidad de un producto o corriente residual es tomar en cuenta tanto el valor de DQO como el valor de DBO de la sustancia. La relación de estas cantidades, es decir DQO:DBO es de 2,5:1 a 5:1 para las corrientes típicas de residuo de la industria textil. Cualquier corriente residual con una relación DQO: DBO muy alta (por encima de 5:1) indica una deficiente biodegradabilidad del material. En muchos casos, sólo la DBO no representa un índice adecuado de la biodegradabilidad.

### **3.3.- VARIABLES A CONTROLAR EN LA EMPRESA**

Existen variables que deben ser determinadas y evaluadas en el proceso de teñido textil, entre ellas se tienen las siguientes:

- Caracterizaciones de las descargas líquidas de cada operación.
- Caracterizaciones de las emisiones gaseosas de cada operación
- Manutención de un control de inventario y revisión de productos tóxicos
- Actualización de hojas técnicas de los productos químicos utilizados, instrucciones de manejo y características ecológicas.

- Evaluación periódica de la posibilidad de disminuir consumos de agua , reactivos químicos y energía.
- Evaluar periódicamente del reemplazo de productos químicos por otros menos peligrosos para el ambiente.

### 3.4.- Costos

Los costos que se puede evaluar en la fábrica son en orden

- Consumo de energía , para los calderos que funcionan a petróleo
- Consumo de energía eléctrica, por las siete máquinas empleadas (Jigger, Then , Overflow y Lavandería), dependiendo de la materia prima a teñir y el tiempo empleado para cada caso.
- Productos químicos y los colorantes de Tinción empleados.
- El agua, aunque es de pozo, es necesario tratarlo.

El manejo integral de residuos peligrosos e industriales se basa no sólo en la información referente al volumen y tipo de residuos, sino también en aquellos datos que sean de suma importancia para la economía de una empresa (por ejemplo, costos de transporte, tratamiento, disposición final, etc.).

Considerando que la tendencia de los costos para el manejo y disposición de residuos va en aumento, el desarrollo de la instrumentación es una herramienta importante de planeación económica y también un instrumento eficiente de autorregulación en la gestión de residuos.

## **IV.- ESTRATEGIA DE PRODUCCION MÁS LIMPIA.-**

### **4.1.- QUE ES PRODUCCION MAS LIMPIA**

Producción más Limpia es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada para los procesos, productos y servicios, con el objetivo de incrementar la eficiencia y reducir los riesgos sobre la población humana y el ambiente.

#### **En los procesos se orienta a:**

- La conservación y ahorro de materias primas, agua, energía, entre otros insumos.
- La reducción y minimización de la cantidad y peligrosidad de residuos (sólidos, líquidos y gaseosos).
- La sustitución de materias primas peligrosas y la reducción de los impactos negativos que acompañan su extracción, almacenamiento, uso o transformación.

#### **En los productos se orienta a:**

- La reducción de los impactos negativos que acompañan el ciclo de vida del producto, desde la extracción de las materias primas hasta la disposición final.

#### **En los servicios se orienta a:**

- La incorporación de la dimensión ambiental tanto en el diseño como en la Prestación de los servicios.

### **4.2.- DIAGNÓSTICO AMBIENTAL INICIAL**

La sección de Tintorería tiene una área de trabajo de 120 mts cuadrados, las máquinas disponibles son 7 equipos., no se cuenta con una política de producción mas limpia en esta sección.

Además los efluentes deberían tener límites permisibles como se muestra en el anexo (Tabla 1 y 2).

En esta sección se utiliza bastante agua, desde el descruce hasta el acabado, por lo tanto no hay un control planificado de este recurso.



La operación de **desgrasado** incorpora detergentes y humectantes a las aguas de aclarado, 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 con 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 los materiales auxiliares.

#### 4.3.- ASPECTOS A CONSIDERAR

Los aspectos a considerar se enfocan en los siguientes puntos:

##### 4.3.1.-MINIMIZACION DE RESIDUOS

Esto se puede resumir en la siguiente tabla :

**Tabla 5.- MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS**

<b>Operación</b>	<b>Opción de prevención de contaminación</b>	<b>Beneficio ambiental</b>	<b>Beneficio financiero</b>
Lavado	Reutilización de agua de enjuague en las últimas etapas	Reducción de consumo de agua en 1.89 l/s	Reducción de los costos operativos de bombeo
Blanqueo-Lavado	Reutilización de la descarga final para el desengomado	Reducción de consumo de agua en 0.46 l/s y ahorros de energía	Reducción de combustible
Teñido	Maximizar el agotamiento del tinte	Disminuir el consumo de químicos en 1%	
Otros	Reemplazo de motores viejos	Reducción de consumo eléctrico	

#### 4.3.2.- AHORRO EN EL CONSUMO DE AGUA

El consumo de agua actualmente es 12 litros/seg se puede rebajar a la mitad, de esta manera se disminuirán los efluentes hacia los alcantarillados, esto ocurre por:

- **De lavado de desengomado.-** Los efluentes provenientes de las últimas etapas del lavado de desengomado, que tienen bajas concentraciones de contaminantes, eran eliminados directamente al sistema de alcantarillado, lo cual no aumentaba el nivel de contaminación de las descargas; pero contribuía al uso excesivo de agua.
- **La descarga final de agua que genera la operación de lavado de blanqueo para el desengomado.-** El efluente del lavado del blanqueo, que contiene sosa y detergente residual, lo cual contribuye a incrementar los niveles de contaminación, se eliminaba al sistema de alcantarillado de la ciudad.
- **Optimización de la operación de lavado.-**Situación al momento del diagnóstico: Un compartimiento de la lavadora tenía un desperfecto que ocasionaba una fuga de agua de 0,39 L/s.

**Recomendación Reparar el desperfecto en la lavadora** para eliminar la fuga de agua de 0,39 L/s. Avance en la implementación. Se realizó la reparación sugerida, con lo cual se eliminó la fuga de agua de 0,39 L/s, que representa un 3,3% de ahorro respecto al consumo total de agua. El beneficio al dejar de bombear 3,3% de agua, es que se reducen los costos operativos en US \$450 anuales. El 3,3% de agua que se perdía estaba a una temperatura de 90 °C.

## V.- ALTERNATIVAS PARA DISMINUIR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

### 5.1 Propuestas de Mejoramiento

- **En el Desgomado.-**

La Recomendación sería reducir el consumo de agua en la planta, mediante la reutilización del agua proveniente de las últimas estaciones de lavado de desgomado en las primeras etapas de esta operación, puesto que tiene bajas concentraciones de contaminantes. Para ello se debería instalar una tubería PVC de 110 mm. de diámetro, que permite que el agua de las últimas etapas regrese a las primeras por gravedad. Entre éstas existe una diferencia de altura que permite la recirculación sin necesidad de bombeo, la medida puede generar un beneficio de reducción en el consumo total de agua en 1,89 l/s, que representa un ahorro del 16% respecto al consumo total.

- **Optimización de la operación de blanqueado**

La solución gastada de blanqueo después de un solo uso, se descargaba directamente a la alcantarilla. Esta solución contiene residuos de detergente, sosa y peróxido, por lo que contribuye a incrementar los niveles de DBOs y sólidos, **La propuesta sería la reutilización del baño gastado de blanqueo**, previo ajuste de la concentración de detergente, sosa y peróxido, para varios lotes de blanqueo. Se recicla el baño reconstituido de blanqueo para 5 lotes de blanqueo, los beneficios que se pueden obtener son que el consumo de peróxido y sosa se puede reducir en un 15%, obteniéndose un ahorro de US\$ 5.500 anuales, con una mínima inversión.

- **Disminución del consumo de energía eléctrica en base al reemplazo de motores viejos y rebobinados varias veces.**

Situación al momento del diagnóstico la mayoría de operaciones y procesos unitarios utilizan motores con 20 - 30 años de servicio, en su totalidad rebobinados, lo cual reduce la eficiencia de los mismos y hace que el consumo de energía eléctrica sea elevado. La propuesta sería el reemplazo

de 15 motores viejos por motores de alta eficiencia, ello implicaría un ahorro de energía entre un 15 y 20%; Lo que representa una disminución de 15.350 kWh / mes, lo que a su vez significaría un ahorro de US\$. 14.700 /año.

- **Mejorar el mezclado de las soluciones de colorantes y carbonato de sodio.-**

Situación al momento del diagnóstico: Las soluciones de colorantes y carbonato de sodio se juntaban en la tubería de alimentación al equipo de tinturado, lo cual no garantizaba una mezcla adecuada. Se observaron manchas en la tela, lo cual era causado por una mezcla inadecuada de las soluciones indicadas.

La propuesta sería mejorar la operación de mezcla de las soluciones de colorantes y Avance en la implementación. Las soluciones de colorantes y carbonato de sodio se mezclan previamente en forma total en un reservorio acoplado al equipo de tinturado. Esta medida se ha complementado con medidas de control de calidad en cuanto a la precisión en el pesaje de los productos químicos.

Los Beneficios que se pueden obtener sería la Reducción en los consumos de colorantes y carbonato de sodio en un 1%, lo cual ha permitido reducir las compras de estos químicos en un valor de US\$ 120 anuales.

- **Otras medidas implementadas**

Los resultados alcanzados por la empresa en base a las recomendaciones técnicas del proyecto, motivaron a la gerencia para auscultar otras nuevas oportunidades de mejorar los procesos, ahorrar energía y reducir la carga contaminante.

Como resultado de este trabajo, se encontró que se podía ahorrar energía en el equipo de termofijado, por lo que se instaló un sistema de recuperación de condensados y retorno al caldero. La inversión total en el sistema fue de US\$ 17.873 y la empresa ahorró US\$ 35.736 anuales por reducción en compras de combustible.

- La depuración es eficaz para los componentes volátiles solubles en agua como metanol, pero no funciona con el estampado de pigmentos, cuyas principales emisiones son hidrocarburos. Los productos inflamables se pueden incinerar aunque esto es relativamente caro.
- La solución definitiva es el uso de materiales con el mínimo de emisiones posibles y no solo elegir los tintes, aglutinantes y ligantes que se utilizan en el estampado sino también con respecto al formaldehído y monómeros residual de los tejidos.
- La implementación de operaciones continuas que requieren poco espacio, y disminuyen los consumos de agua e involucran menos procesos químicos, es más favorable ecológicamente que las operaciones por lotes.
- La reducción al mínimo de la carga de sustancias perjudiciales, es factible mediante el uso de engomantes con menores contribuciones de carga nociva y mayor biodegradabilidad.
- En las etapas de acabado como el teñido y blanqueo industrial, puede llegarse a la utilización de procesos enzimáticos; usando las enzimas de la familia de las celulosas.
- La mayoría de los residuos sólidos son susceptibles de recuperación; Los trozos de tela, los hilos, la mota, etc., pueden usarse como materia prima de excelentes características en la fabricación de pulpa para la industria papelera.
- Reducción de los Vertimientos: en los procesos de acabado de tela cruda se requieren en promedio 150 litros de agua por cada kilogramo de tela; la mayoría de los cuales se consume en procesos de lavado y enjuague de materiales y equipos. Una forma eficaz de reducción de este volumen es la utilización de procesos de lavado en contracorriente mediante la técnica de enjuague por inmersión en aguas estancadas empezando con las de mayor concentración.
- Recuperación y reutilización de productos químicos: es factible

recuperar sustancias engomantes como la carboximetil celulosa y sus derivados y el alcohol polivinílico, que son actualmente muy utilizados para engomar fibras sintéticas o mezclas de fibras sintéticas y naturales.

## **5.2 PROPUESTAS DE BUENAS PRÁCTICAS DE GESTION AMBIENTAL**

Las opciones de gestión ambiental de la empresa se pueden jerarquizar según el grado de facilidad de su implementación y costos asociados. Es así, como la más alta prioridad se le asigna a la prevención de la contaminación a través de la reducción en la fuente y el reuso o reciclaje.

La prevención o reciclaje en la fuente disminuyen o eliminan la necesidad de reciclaje fuera de la planta o el tratamiento de los residuos y su posterior disposición. La reducción de residuos es siempre más barata que su recolección, tratamiento y disposición. También permite disminuir los riesgos ambientales para los trabajadores, la comunidad y el ambiente en general.

### **Reducción de la contaminación**

Se ha planteado una gran variedad de estrategias para reducir la contaminación en la fuente, entre ellas se cuentan:

- Buenas prácticas de operación
- Sustitución de productos químicos
- Conservación del agua.
- Reciclo/reuso/recuperación

La primera de ellas es parte de una buena gestión de operaciones al interior de la planta, e incluye la modificación de los procedimientos realizados en las operaciones productivas. Las otras apuntan más bien al uso de tecnologías limpias. Se definen como tecnologías limpias aquellos procesos que contribuyen a hacer más eficientes los métodos de producción, mediante el ahorro de energía y materias primas y la reducción de emisiones contaminantes al aire, agua y suelo.

#### **A)- Buenas prácticas de operación**

La implementación de buenas prácticas de gestión de operaciones al interior de

la empresa se basa en una serie de procedimientos o políticas organizacionales y administrativas destinadas a mejorar y optimizar los procesos productivos y a promover la participación del personal, desde la gerencia hasta operarios, en actividades destinadas a lograr la minimización de los residuos, tanto líquidos como sólidos y la emisiones al aire.

Dentro de estas prácticas se incluyen las políticas de personal (capacitación, uso de incentivos), medidas para incluir mejoras en los procedimientos (sistemas de documentación adecuados, optimización de manejo y almacenamiento de materias primas y control de inventario, programación de producción), y medidas de prevención de pérdidas.

Es importante mencionar que en la implementación de este tipo de gestión se entrecruzan los principios desarrollados en las Normas ISO 9000 (aseguramiento de calidad) e ISO 14000 (gestión ambiental).

Como ejemplos de buenas prácticas de operación se cuentan las siguientes:

- ✓ Capacitación permanente del personal sobre condiciones del proceso, seguridad industrial, manejo de materiales y salud ocupacional.
- ✓ Inventarios. Tratar de mantener un stock mínimo de materiales, sobretodo si éste tiene una corta vida útil, y usar las materias primas en las cantidad exacta para cada trabajo. Evitar tráfico excesivo en las zonas de almacenamiento y producción.
- ✓ Uso de incentivos al personal (no solamente de tipo monetario). Los empleados se comprometen más con la aplicación de medidas de prevención si saben que obtendrán algún beneficio.
- ✓ Desarrollo de manuales de operación y procedimientos (partiendo desde listas de chequeo o figuras de llamado de atención para los operarios, hasta el manual mismo para el personal profesional) ,con el fin de clarificar y/o modificar operaciones de proceso para hacerlas más eficientes y controlar pérdidas.
- ✓ Optimización de operaciones de almacenamiento y manejo de materias primas (sistema FIFO: lo primero que entra es lo primero que

sale), así como el control de Optimización de los programas de producción y mantención preventiva de los equipos con el fin de evitar accidentes, escapes y derrames o falla de los equipos (chequeo y revisión de bombas, válvulas, estanques, filtros, equipo de seguridad).

Estas prácticas incluyen el uso de cantidades mínimas de agua u otros materiales líquidos, productos químicos, control de derrames y pérdidas y la disposición separada de los residuos.

#### **B). - Sustitución de reactivos químicos**

El objetivo de la sustitución es reemplazar los reactivos de proceso con alto impacto ambiental por otros con menor impacto sobre la calidad de las aguas o los sistemas de tratamiento finales. El costo de la sustitución de reactivos y productos químicos que contienen sustancias contaminantes es usualmente menor que el costo de la remoción de estos mismos contaminantes de la descarga final de la planta en un tratamiento end-of-pipe.

Los problemas de espuma tanto en los efluentes como en los tratamientos posteriores pueden resolverse a través de sustituyentes biodegradables, detergentes de baja espuma también llamados detergentes “duros”.

Los contaminantes potencialmente tóxicos serán reducidos o eliminados por sustitución. Es el caso del cambio de oxidantes al cromo por peróxido de hidrógeno. Ácidos minerales han sido reemplazados por ácido acético en los procesos de teñido, presentando ventajas en el tratamiento de las aguas residuales.

Otra alternativa sería realizar **tinturas reactivas**, con mejores cualidades de fijación sobre la tela y reproductibilidad del color. Es el caso de las llamadas tinturas reactivas bifuncionales, que poseen una velocidad de fijación de hasta un 50 % mayor que las tinturas reactivas tradicionales. Para las tinturas sulfurosas que se usan en disolución de cianuro de sodio, se pueden reemplazar parcialmente al cianuro de sodio (hasta un 48%) y en algunos casos reducen el consumo de agua de enjuague, para eliminar el sulfuro de la tela, hasta en un 30%.



Por otro lado, la carga total de contaminación aumenta sustancialmente en cuanto a la DQO. El uso de alguno de estos agentes encolantes tiene que ser evaluado en cuanto al sistema de tratamiento final del efluente (tratamiento biológico puede ser afectado por carga de DBO, toxicidad, etc.), la posesión de tecnología de reuso y recuperación del agente encolante, la normativa ambiental, etc.

**Durante el blanqueo** con agentes clorados se producen importantes cantidades de compuestos orgánicos halogenados (AOX) en las aguas residuales de blanqueo (sobre 100 ppm) y/o quedan impregnados en la tela. Los AOX son en su mayoría tóxicos, y además son absorbidos por los organismos vivos. Aunque el blanqueo con agentes clorados es muy ventajoso en cuanto al tratamiento del textil fino y en el buen grado de blancura obtenido, la sustitución por otros agentes de blanqueo que produzcan menor impacto ambiental es técnicamente posible. Algunos son el peróxido de hidrógeno, ozono, enzimas y ácido peracético.

Aunque la mayoría de los sustitutos son más caros o menos efectivos que las sustancias actualmente usadas, el paulatino aumento de las restricciones para la emisión de material contaminante y de los costos en los sistemas de tratamiento de efluentes harán de la sustitución un medio económicamente factible de implementar

El ácido acético se utilizó para neutralizar las aguas alcalinas y el hidróxido sódico se utilizó para los vertidos ácidos. Esta técnica de neutralización era imprecisa y tendía a crear puntas del pH en las aguas residuales. Ahora, las aguas residuales se combinan para neutralizarse mutuamente de forma parcial o total. Una vez mezclados, el pH se vuelve a medir y, en el caso de que fuera necesario, se ajustaría. Un nuevo proceso reduciría el consumo de componentes químicos utilizados para el tratamiento de aguas residuales en un 90%, ahorrando en torno a 7,711 Kg de hidróxido sódico y 1,814 Kg de ácido acético al año. La empresa seguía investigando posibilidades para reducir aún más la utilización de nitritosódico sin alterar la calidad de los productos.

A continuación podemos resumirlo en la siguiente tabla 6

**Tabla 6.-ALGUNOS SUSTITUTOS Y VENTAJAS**

<b>QUIMICO ACTUAL</b>	<b>SUSTITUIDO POR/AÑADIR</b>	<b>VENTAJAS/OBSERVACIONES</b>
Ácido fórmico	Ácido acético	Reduce la DBO de los efluentes del teñido
Detergentes no Biodegradables	Detergentes Biodegradables	Disminuyen las cargas contaminantes en las aguas residuales y facilitan su tratamiento
Enzimas para ablandar el algodón	Peróxido de hidrogeno	Genera CO <sub>2</sub> y agua en vez de almidón hidrolizado que eleva la DBO
Hipoclorito o clorito de sodio	Peróxido de hidrogeno	Ventajas técnicas y ecológicas en el blanqueo
Productos base solventes(limpieza de máquinas)	Productos base agua	Disminuye la carga de contaminantes en el agua residual y las emisiones de compuestos orgánicos volátiles(COV)
Productos con Cromo	Productos sin cromo	Reduce la carga de cromo en las aguas residuales y riesgo de exposición a compuestos tóxicos
Reactivos	Combinar con nuevos agentes de lavado	Incrementar la eficiencia del lavado, disminuir el consumo de agua e incrementar la velocidad de reacción
Colorantes	Añadir reactivos para mejorar la fijación del color	Reduce la cantidad de colorante que no reacciona y la degradación en los baños usados , aumentando las propiedades de reuso de las aguas de lavado

**Tabla 7.- SUSTITUCIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS**

<b>Etapa</b>	<b>Producto químico</b>	<b>Descripción</b>
Teñido	Con Amonio Liquido	<p>Se trata de un sistema nuevo y patentado que utiliza amoníaco anhidro para teñir textiles y otras fibras. Busca eliminar los problemas relacionados con la calidad del agua, el control de la temperatura, los ciclos de teñido prolongados, el vapor que se emplea para calentar los baños de tintura y el control minucioso del pH.</p> <p>A causa del bajo punto de ebullición del amonio líquido (28 °F bajo cero), el amonio es expulsado rápidamente, dando como resultado períodos de teñido extremadamente cortos. La fibra o el tejido recibe entonces un lavado ligero para eliminar el exceso de tinte.</p>
Lavado	Bio-Scouring, con Scourzyme	<p>Ofrece muchos beneficios en comparación con los métodos de lavado utilizados</p> <p>Actualmente: sustitución de productos químicos agresivos, reducción del consumo de tiempo, agua y energía, reducción de la pérdida de resistencia y peso de la tela y aumento de la suavidad.</p> <p>En comparación con el método tradicional de preparar tejidos: reduce el consumo total de agua en aproximadamente un 25%</p>

**C).- Conservación de agua.**

Una de las primeras medidas para disminuir la contaminación en planta es la práctica de la conservación del agua. Su principal ventaja es la reducción en los costos por consumo de agua y la concentración de los

efluentes líquidos en un menor volumen. Los procedimientos más usados para lograr la reducción del consumo de agua son: los procesos en contracorriente, la conservación y las técnicas de reuso de agua.

En los procesos en contracorriente, el agua pasa a través del proceso en dirección inversa al movimiento del textil. Este esquema puede ser empleado principalmente en operaciones de trabajo continuo, por ejemplo, el enjuague después del blanqueo del algodón y en el tren de desengrase de la lana.

Las medidas de conservación de agua incluyen una variedad de pasos que pueden seguirse para reducir el uso de agua. Primero que nada debe mantenerse un control cerrado sobre las operaciones de la planta para prevenir pérdidas accidentales de baños y la preparación de baños más grandes que los requeridos por los procesos. Otra importante medida es la supervisión, con el fin de asegurarse que los controles en planta funcionan en forma eficiente, así como los procesos en flujo contracorriente. La reducción de polvo, grasa y basura en las áreas de producción evitarán el aseo innecesario. También el uso de controles de nivel de líquido, indicadores y medidores de flujo y dispositivos de cierre automáticos reducirán los requerimientos de agua.

También es factible reutilizar toda o parte de las aguas de proceso, sin tratamiento previo, especialmente para procesos discontinuos que en general ocupan más agua que los procesos continuos.

#### **D).- Reciclo/Rehuso/Recuperación**

Existen varios sistemas de recuperación para extraer componentes de las aguas residuales. Algunos de ellos son para:

- Recuperar calor
- Recuperar encolante
- Recuperar soda cáustica

El agente más usado es el almidón. Este es removido de las telas por degradación con ácidos y enzimas. Debido a esto su recuperación no es posible. Los otros agentes son más o menos recuperables dependiendo del

tamaño molecular, tipo de enlaces del agente, propiedades, etc.

La recuperación de soda cáustica es posible especialmente en el proceso de mercerización, que usa soluciones concentradas de hidróxido de sodio (<15% o más). Por lo anterior, los efluentes de este proceso son extremadamente alcalinos. Los sistemas de recuperación pueden obtener hasta el 98% de la soda usada.

En cuanto a las medidas de reuso de agua se debe aclarar que son aquellas donde se reduce efectivamente la carga hidráulica de contaminantes al alcantarillado o a un sistema de tratamiento de aguas, mediante el uso de la misma agua en más de un proceso. Las dos más usadas formas de reuso del agua en la industria textil son: el reuso de agua fría no contaminada en operaciones que requieren agua caliente y el reuso de agua de proceso desde una operación a otra.

Las aguas de enfriamiento que no están en contacto con textiles o con reactivos químicos pueden ser recolectadas y rehusadas en forma directa. Como por ejemplo las aguas de enfriamiento de condensadores, de intercambiadores, secadores, máquinas jet y compresores de aire. Esta agua puede almacenarse en un estanque de agua caliente y rehusarse en operaciones de teñido, blanqueo, lavados, etc, donde se requiera agua caliente. El ahorro de agua y energía puede ser importante.

El reuso de baños de teñido también se presenta como una posibilidad atractiva para reducir la contaminación en la industria textil y como un sistema de pretratamiento (más barato en equipos que un pretratamiento convencional), para empresas que descargan sus efluentes a sistemas de tratamiento. Las cantidades ahorradas en energía, productos químicos, pH y carga hidráulica de las corrientes de residuos varía según el tipo de colorante y la formulación a utilizar.

Normalmente la mayoría de los componentes del baño de teñido no se agotan durante el proceso, salvo el colorante, algo de los agentes de teñido y de los

electrólitos.

El número de veces en que un baño de teñido puede ser utilizado está limitado principalmente por la concentración de impurezas presentes en el baño reciclado. Debido entre otras cosas, a la acumulación de material que no se agota en el teñido como los surfactantes, material diluyente del colorante, igualadores, etc, y por impurezas de la tela que no fueron removidas en los procesos anteriores al teñido. En general, la mayoría de los baños pueden ser reusados entre 5 y 10 veces, y muy pocos pueden llegar sobre 20 o 25 veces.

### **5.3 RESULTADOS QUE PUEDAN OBTENERSE**

Almacenar el agua del lavado de blanqueo y utilizarla en el desengomado; pues tanto la sosa cáustica como el detergente que contienen estas aguas, facilitan la limpieza que se realiza en el desengomado.

**Avances en la implementación :** Se reutiliza alrededor del 40 % del caudal que sale del lavado de blanqueo. Este volumen sale del proceso de lavado de blanqueo de un lote de tela sometido a esta operación, el cual se bombea en forma continua al proceso de desengomado de un lote de tela que simultáneamente se desengomará. Como los procesos de lavado de blanqueo y desengomado se desarrollan en forma paralela durante tres horas, es factible hacer este reciclaje continuo sin necesidad de almacenar el efluente del lavado de blanqueo. La empresa no cuenta actualmente con el tanque sugerido para almacenar el efluente del lavado de blanqueo y, por lo tanto, el 60% no reciclado se descarga a la alcantarilla.

#### **Beneficios**

Se ahorraron 0,46 L/S, que representa un 3,8% en el consumo total de agua. El efluente del lavado de blanqueo sale a una temperatura promedio de 60°C. Como la temperatura que debe tener el agua para el lavado del desengomado es de 100 °C, se tiene un ahorro de energía equivalente a 40°C para este 3,8% de agua que proviene del lavado de blanqueo. Ello representó un ahorro de US\$ 2.700 por año, correspondiendo US\$523 a ahorros por reducción en los costos operativos de bombeo y US\$2.177 a ahorros en combustible. Para lograr estos resultados se realizó una inversión de US \$500, por adquisición

de una bomba y tubería.

**Gracias al reciclaje del efluente de lavado de blanqueo** para desengomado, se ha reducido la DBO de 11.500 mg/L a 7.900 mg/L, debido a la oxidación de la materia orgánica existente en el efluente del desengomado con el oxígeno del peróxido contenido en el agua de lavado de blanqueo reciclado. Los sólidos en suspensión disminuyeron de 238 mg/l a 113 mg/l.

**Implementación pendiente:** Se requiere la instalación de un tanque para acumular la descarga, lo que tendría un costo de US \$20.000 aproximadamente, obteniéndose un ahorro de 1,16 L/s en el consumo de agua. Los ahorros en detergente y sosa cáustica, que son necesarios para el desengomado y que están incorporados como productos residuales en el efluente del agua de lavado de blanqueo, son cercanos a los US \$ 2.000 anuales. Con la implementación total de la medida se ahorrarían US \$ 37.000 anuales en combustible.

#### **5.4.- NORMAS ISO 14001.-**

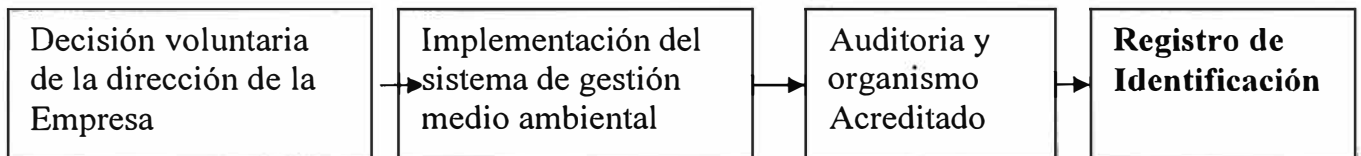
**Norma Internacional** supone un cambio importante en el marco en que se está desarrollando la implementación en el sistema de gestión del Medio ambiental en las empresas.

**No confundir** con el EMAS (Environmental Management and audit System) sistema de gestión y auditoría medioambientales como norma Europea, que es aplicable a organizaciones industriales y exige realizar auditorías medioambientales en un plazo de 3 años, en cambio la Norma ISO es aplicable a cualquier organización, producto o servicio de cualquier sector.

La norma ISO busca informar y motivar a las empresas para usar técnicas de gestión que integren las consideraciones medioambientales en las actividades productivas de la misma forma voluntaria, en cambio el EMAS es una promulgación es un ejercicio de reglamentación e instrumento público y

voluntario destinado a conseguir la mejora continua de gestión medio ambiental prevenir y reducir la contaminación.

**Figura 8.- EN RESUMEN PARA OBTENER UNA CERTIFICACIÓN ISO  
14001**



La gestión medioambiental dejará de ser una “ventaja competitiva “ para ser una “necesidad competitiva” que deberá unirse en un modelo común la calidad de productos y de los procesos, su seguridad , la salud laboral y la protección del medio ambiente.



## **VI.- COSTOS Y BENEFICIOS**

Si bien la propuesta técnica de elaboración del proyecto en la fábrica textil La Bellota consideró oportunidades PML(Producción mas limpia) globales, esta se centró en la fase de lavado, a pedido de la empresa, interesada en estimar la mejora por el cambio de maquinaria en esta operación. De esta manera, el propósito del proyecto consistió en brindar asistencia técnica a esta empresa para la evaluación general del área de lavado de telas estampadas mediante la aplicación del concepto de PML.

El trabajo ejecutado en dos etapas, comparó el desempeño operativo de dos máquinas lavadoras de telas. El estudio efectuado en la primera etapa, evaluó la máquina lavadora Benteler Werke de origen alemán, la cuál se encontraba en operación. Posteriormente, se llevó a cabo la segunda etapa con el análisis de operación de la máquina lavadora de marca Ramisch Kleineweffers, adquirida de segunda mano para el reemplazo de la primera.

El proyecto determinó la cuantificación de las siguientes variables: producción y tiempos de operación, consumo de agua, energía eléctrica, aire comprimido, vapor y reactivos. Al mismo tiempo, se establecieron según las observaciones realizadas los indicadores de desempeño, los cuáles se expresan por tonelada de tela lavada, de manera que se obtienen valores directamente comparables para ambas máquinas. En la tabla N° 5 se muestran tanto los consumos cuantificados como la valoración económica correspondiente para cada índice. Adicionalmente, se plantearon recomendaciones referidas al ambiente laboral.

Cabe resaltar que, en ambos casos, se identificaron pérdidas de calor debido a compuertas y tapas abiertas. En lo referente al consumo de agua, sólo se detectaron pérdidas por fugas en la primera máquina de lavado. Igualmente, se reportaron para dichas fugas, los valores estimados y costos respectivos. De la comparación de ambas máquinas se concluye que las variables son cuantitativamente menores en la segunda máquina. Una de las ventajas en relación a la anterior es que posee un cilindro de estirado que impide se junte la tela durante el traslado, lo cuál evita paradas innecesarias, que afectan negativamente la eficiencia del proceso.

El cambio de maquinaria en el área de lavado, benefició a la empresa con el ahorro de recursos y energía, y por consiguiente con la disminución de los costos relacionados. Además, de la disminución de la mano de obra y tiempo efectivo de operación. Como resultado se obtuvo un aumento de la eficiencia y la productividad.

El valor de la inversión implicó el costo de la maquinaria adquirida y los costos de instalación de esta en la línea de producción, cabe señalar que la empresa no especificó el monto requerido.

El ahorro total anual proyectado con la máquina nueva en operación asciende a US\$ 264.39.

En la tabla Nro 8 se reportan los beneficios ambientales y económicos del cambio de maquinaria

**Tabla 8.- CUADRO COMPARATIVO DE EFICIENCIAS**

Indicadores de Desempeño	Indicador	Lavadora 1 (Antigua)	Lavadora 2 (Nueva)	Ahorro	
		Unidad / Tn de tela	Unidad / Tn de tela	Unidad / Tn de tela	US\$/ Tn de tela
	<b>Consumo de Agua</b>	77.4 m <sup>3</sup>	45 m <sup>3</sup>	32400.00	11.00
	• Fugas de agua	14.73 m <sup>3</sup>	-----	14730.00	5.00
	<b>Vapor</b> (Uso de 100% de agua fría)	18240 MJ	8850 MJ	9390.00	47.10
	<b>Calor perdido</b> (compuertas y tapas abiertas)	17740 MJ	7360 MJ	10380.00	52.10
	<b>Energía eléctrica</b>	170 kW-h	230 kW-h	-60.00	-1.90
	<b>Aire Comprimido</b>	2140 cfm	1360 cfm	780.00	0.09
	<b>Reactivos</b>	80.33 Kg	5.62 kg	74.71	151.00
	<b>Productividad</b>	71.8 kg / hora	256 kg / hora	184.20	
	• Proporción de tiempo productivo de la máquina en un ciclo de lavado	32.1 %	66.4 %	34.30%	
<b>TOTAL</b>					<b>264.39</b>

## VII.- TRATAMIENTOS DE EFLUENTES LÍQUIDOS

La fábrica no cuenta con una planta para el tratamiento de sus residuos líquidos lo que se propone es que tenga una planta para tales fines; La ubicación sería a 50 de la sección de tintorera donde se descarga todos los efluentes hacia el alcantarillado allí se podrá medir y controlar los siguientes parámetros, como:

- Valor de la temperatura que no sobrepase más de 35 °C .
- El valor del PH que se encuentre entre 5-7 , pero generalmente las aguas residuales son alcalinas para balancear este PH se puede mezclar con aguas del proceso de tinción que son ácidas, para ello se recogerán muestras en frasco y analizarlos en el laboratorio
- Los parámetros de medición se deberían realizar en una producción donde ocurre la producción máxima para tener un valor más real de los contaminantes. Los resultados analíticos pueden ser sumamente exactos y precisos, porque sino carecerán de validez si el muestreo no se efectúa adecuadamente.
- La persona encargada del diseño y ejecución del muestreo, debe ser un profesional calificado con conocimiento de procesos industriales, y que actúe en colaboración con el laboratorio de análisis.
- Establecer los LMP y controlar su grado de cumplimiento
- Seleccionar y diseñar los equipos
- Información necesaria para la interpretación y reporte de los resultados.
- Los informes deben ser trimestrales como mínimo, según disponga el ministerio de la producción., se debe detallar el resultado del monitoreo, conclusiones derivadas de la interpretación de los resultados.
- En resumen los parámetros más significativos en la fábrica serían:  
Caudal, Temperatura, DBO,PH, Color de las aguas.

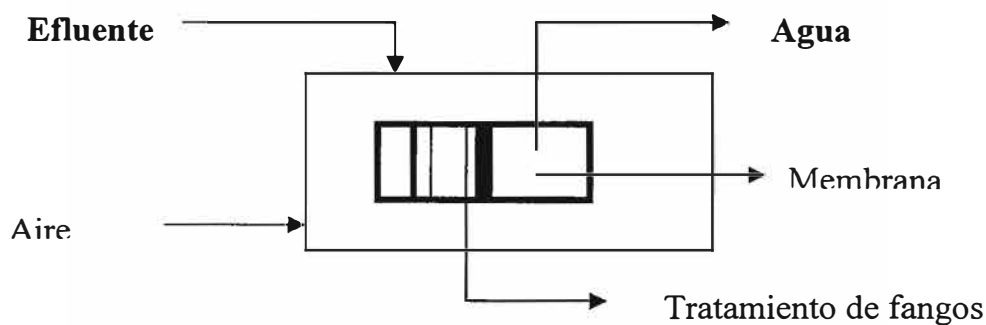
**Una planta piloto que se podría instalar para tratar los residuos líquidos:**

### **A.- Procesos de membranas y Tratamiento medio ambiental**

Tratamiento de efluentes peligrosos y para la reutilización del agua ,

representan una alternativa y eficaz , con numerosas ventajas frente a procesos convencionales.

- Coagulación /Floculación química
- Filtración
- Adsorción /Intercambio Iónico: Carbón activado , resinas adsorbentes
- Procesos de membranas
  1. Macrofiltración , ultrafiltración , nanofiltración y osmosis inversa.
  11. Birreactores de membrana



### Fundamento de Utilizar Membranas

- Inversión menor que los procesos tradicionales
- Menor ocupación de espacio
- Menor consumo energético(no requieren cambio de fase)
- Menor producción de residuos por no requerir aditivos
- Fáciles de combinar con otros procesos de separación
- Las propiedades de una membrana se pueden elegir o diseñara para una separación específica.
- Reducción del DQO en un 97%
- No hay aumento de la conductividad del efluente, al no tener que añadir reactivos coagulantes.
- Se obtiene un efluente decolorado que se puede reciclar
- Condiciones de operación suaves.

### Limitaciones

- Concentración por polarización y ensuciamiento
- Limitada vida de las membranas

Para la adecuada implementación de las tecnologías de membrana en el tratamiento de los efluentes es necesario considerar numerosos factores (tipos de membrana, condiciones de operación, protocolo de limpieza, etc.).

### **B.- Decoloración de aguas residuales textiles por métodos electroquímicos.-**

Se puede implementar las técnicas electroquímicas para eliminación del color en aguas residuales de tintura y lavado que contienen colorantes reactivos, los cuales son pocos biodegradables y tienen fijaciones muy bajas sobre las fibras.

- Desarrollo de electrodos catódicos para la decoloración-degradación electroquímicas de colorantes, que favorezcan además la mineralización de la materia orgánica.
- Depuración biológica después del tratamiento electroquímico (fangos activados y birreactor de membranas)

Las Ventajas de emplear un método electroquímico:

- ✓ Operan a baja temperatura
- ✓ Procesos limpios
- ✓ Generalmente no se añaden reactivos
- ✓ Destrucción de compuestos orgánicos disueltos
- ✓ Eliminación y recuperación de los metales en aguas residuales
- ✓ Reutilización del efluente decolorado para realizar nuevas tinturas (reutilización de las aguas de tintura y las aguas residuales del lavado) con lo que supone un ahorro de electrolito, si bien en determinados casos, las diferencias de color obtenidas frente a la tintura de referencia pueden ser excesivas.

### **C.-Parte Experimental**

Los procesos textiles húmedos son una gran fuente de contaminación de las aguas debido a que presentan altos valores de DQO, color, sales solubles, tensioactivos y pH. Presentan muchas partículas de naturaleza coloidal que no sedimentan por sí solas debido a las fuerzas repulsivas ocasionadas por la doble capa eléctrica. Existen varias técnicas de tratamiento dirigidas a remover tales partículas que se encuentran en estos residuales.

Para lograr la reducción del vertido de estos residuales se propone la utilización de un proceso físico – químico consistente en coagulación – floculación – sedimentación.

La obtención de los parámetros de diseño de este tratamiento se pueden realizar mediante la prueba de jarras, con la que se puede determinar la dosis mínima de coagulante necesaria de remover los residuos coloreados, la turbidez y el olor de las aguas residuales.

**Con la prueba de jarras se estudiaron los siguientes parámetros.**

1. Determinación del coagulante óptimo y su dosis
2. Determinación del pH óptimo
3. Determinación del tiempo óptimo de floculación.

**Materiales, equipos y métodos a emplear**

Para el presente trabajo se pueden emplear toallas de referencia MEGA y MAGGY, coagulantes, ácido sulfúrico como acidulante e hidróxido de sodio.

El equipo utilizado para esta prueba debe consistir en un floculador marca SBS, de seis agitadores de paleta plana, con un rango de velocidad entre 0 y 250 rpm.

El proceso consiste en la realización de ensayos de laboratorio (prueba de jarras) con las aguas residuales y el uso de coagulantes como: clorhidrato de aluminio, sulfato de aluminio, Clarifloc CF-A1. En estos ensayos la variable de control fue la absorbancia determinada antes y después del proceso simulado con el equipo de prueba de jarras utilizando un espectro colorímetro SPECKOL—11.

Se realizó una caracterización a las aguas residuales de la empresa como se muestra a continuación en la siguiente tabla.

**Tabla 11. CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUALES LÍQUIDOS**

<b>DQO (mgO<sub>2</sub>/L)</b>	<b>pH</b>	<b>ST (ppm)</b>	<b>Conductividad (μS/cm.)</b>	<b>SST (ppm)</b>	<b>Alcalinidad (CaCO<sub>3</sub>) ppm</b>	<b>SAAM (ppm)</b>
1488	10,4	2456	4835	440,0	1360	22,6

Leyenda:

DQO: demanda química de oxígeno

ST: sólidos totales

SST: sólidos suspendidos totales

SAAM: sustancias activas al azul de metileno (tensioactivos aniónicos)

**Parámetros que se obtendrán durante la prueba de jarras:**

Determinación del coagulante más efectivo

Determinación de la dosis óptima de coagulante

Determinación del pH óptimo

Determinación del tiempo de floculación óptimo

Después de realizar el tratamiento con los parámetros óptimos, se deben observar los siguientes resultados, en cuanto a la remoción de DQO, ST, SFT, SVT.

Se seleccionó el Clarifloc CF – A1 por su eco compatibilidad y su poder coagulante.

**Tabla 12. REMOCIÓN DE DQO, ST, SFT, SVT**

<b>Parámetros</b>	<b>Agua Residual</b>	<b>Agua Tratada Por Precipitación Química (Coagulación)</b>	<b>Agua Filtrada</b>	<b>Agua Suavizada</b>
<b>Demanda Química de Oxígeno(mg O<sub>2</sub> /L)</b>	1488	475	126	88
<b>Sólidos Totales (ppm)</b>	2456	123	40	28
<b>Sólidos Fijos Totales (ppm)</b>	914	68	7,0	5



La remoción de DQO ,ST en los diferentes procesos de tratamiento , no da un indicador bastante aceptable para emplear estos floculantes y reducir la demanda química de oxígeno , como también las aguas cloradas que tengan mayores sustancias activas .

#### **D.-SISTEMAS DE TRATAMIENTO**

Cuando ya no es posible utilizar las técnicas de minimización de residuos en origen se recurre a los tratamientos al final de la línea productiva. Estos tratamientos tienen la gran desventaja de representar un costo adicional para el proceso.

Los sistemas de tratamiento de efluentes permiten disminuir el nivel de contaminantes fuera del proceso y antes de descargar los líquidos al sistema municipal de alcantarillado o a algún curso de agua. El tipo de sistema a utilizar dependerá de las condiciones locales y de una serie de criterios de selección, como costos de inversión, operación y mantención, eficiencia de remoción y rentabilidad, espacio disponible, personal especializado y de los estándares de calidad para la descarga a cursos acuíferos o alcantarillado. Los procesos de tratamiento de aguas residuales se deciden según el tipo de operaciones a realizar sobre la corriente líquida: tratamientos preliminares para remover sólidos gruesos y arena; tratamientos fisicoquímicos para remover sólidos sedimentables, materia orgánica, etc.

**Tratamiento convencional** Los tratamientos convencionales consisten simplemente en uniformar las propiedades del efluente y eliminar sólidos gruesos y sedimentables. Entre éstos se cuentan la neutralización y sedimentación (decantación por gravedad)

**Equalización** Las descargas de efluentes de la industria textil se caracterizan por ser de flujo irregular y por poseer distintos niveles de concentración de contaminantes, pH y temperatura. Con un estanque de equalización es posible mantener un flujo regular y parejo para la siguiente etapa de tratamiento. El tiempo de retención del equipo no requiere ser mayor de 24 horas.

**Neutralización** Algunos efluentes de tintorería tienen un alto valor de pH, por ejemplo de descrude y blanqueo. Luego es necesario bajar su pH a niveles aceptables ambientalmente, generalmente pH neutro. La regulación de pH se logra por mezclado con efluentes de pH ácido, como los baños de teñido al ácido o disperso o por adición de un ácido mineral. La equalización y neutralización se pueden realizar en un mismo estanque dependiendo de las características del efluente

**Tratamiento con rejas y sedimentación** El tratamiento con rejas se usa para retener materiales gruesos, como restos de tela y fibra. Las rejas pueden consistir de simples barras metálicas entrecruzadas, de alambre tejido o de platos metálicos perforados.

Las rejas deben ser permanentemente limpiadas para evitar que se tapen y causen detenciones o derrames. La limpieza puede ser hecha en forma manual, mecánica o por retrolavado con agua aire o vapor. Las rejas se pueden instalar en los drenajes de cada proceso o en un lugar de fácil acceso. Por otro lado la sedimentación usa la fuerza de gravedad para remover el material sedimentable del efluente. El efluente se descarga en un estanque de sedimentación y permanece por un período de tiempo suficiente de modo que las partículas caigan al fondo del estanque. El lodo formado es retirado y enviado a sitios de disposición de sólidos.

**Método de tratamiento físico químico** Los efluentes del proceso de acabado y tintura contienen colorantes, compuestos orgánicos clorados, metales pesados y una gran variedad de otros compuestos, agregados en el proceso. El tratamiento físico-químico son usualmente aplicados cuando el efluente es tratado en forma separada. Los agentes coagulantes usados generalmente son cal, ácido sulfúrico, sulfato férrico, sulfato de aluminio, cloruro férrico, cloruro de calcio y sulfato de aluminio. Antes de este tratamiento, los efluentes son tratados para remover los sólidos sedimentables y luego son bombeados a un estanque de mezcla rápida donde se juntan con el agente floculante, el cual es agregado de forma automática, luego los sólidos son removidos o por flotación en la superficie o por decantación por el fondo. Datos de literatura indican que con agregar 300 mg/L de sal de Al y 5mg/L

de polielectrolito al efluente de una línea de acabado textil se puede remover del efluente 40% de DQO y 50 a 70% del color.

**Tratamiento avanzado** Los tratamientos avanzados incorporan el uso de aditivos químicos y también sistemas biológicos para eliminar contaminantes de las aguas residuales. Son de un nivel de sofisticación mayor que los tratamientos convencionales., entre los cuales tenemos:

**Adsorción con carbón activado** En este proceso el efluente pasa a través de un filtro de gránulos de carbón activado, el cual se caracteriza por poseer una gran área específica. Las impurezas especialmente las moléculas orgánicas son removidas del efluente por adsorción en la superficie del carbón activado. En efluentes de acabado textil este sistema tiene una eficiencia de remoción de color de 90%. Antes del tratamiento con carbón activado el efluente debe ser pretratado para eliminar los sólidos suspendidos y las grasas.

**Oxidación química** El efluente también puede ser tratado con agentes químicos oxidantes, principalmente para degradar compuestos orgánicos no biodegradables y eliminar color. El ozono es muy efectivos para remover el color de un efluente de acabado textil, pero este tratamiento tiene el inconveniente de un alto costo.

## VIII- CONCLUSIONES

### **8.1 En referencia a las recomendaciones parcial o totalmente implementadas**

Se ha logrado una reducción del consumo de agua de 2,74 L/S, que representa el 22,83% de ahorro en el consumo total de agua. El caudal de entrada de agua se ha reducido de 12 L/S a 9,26 L/S. La implementación total de las medidas planteadas por el proyecto y que se analizan brevemente a continuación, permitirá a la empresa disminuir el consumo de agua a los niveles optimizados (media de 6 Lts/Seg.) para una planta de la capacidad de producción y características de la maquinaria estudiada.

Con una inversión mínima de US\$ 2.652, se han logrado ahorros anuales por US\$ 21.900, correspondiendo US\$ 3.173 a reducción de los costos operativos de bombeo del agua, US\$ 13.107 a disminución de los costos de energía y US\$ 5.620 por ahorros en la adquisición de químicos.

El reciclaje del agua del lavado de blanqueo para el desengomado redujo la DBO5 desde 11.500 mg/l hasta 7.900 mg/l/Lt, esto es, un 31,3% de reducción.

Sumando los beneficios económicos derivados de la implementación de las recomendaciones ya explicadas, el ahorro de energía resultante de la implementación de la oportunidad encontrada en el equipo de termofijado, fue equivalente a US\$ 57.636 anual con una inversión total de US\$ 20.525.

### **8.2 En referencia al cumplimiento de las recomendaciones parcialmente implementadas.**

La implementación total de la medida referida a la reutilización total del agua del lavado del blanqueo, permitirá a la empresa alcanzar ahorros anuales de US\$ 2.000 por la reducción en las compras de químicos y US\$ 37.000 por la disminución de las adquisiciones de combustible.

El reemplazo de los 13 motores restantes por otros de alta eficiencia

permitiría ahorros en energía eléctrica equivalentes a US\$ 13.820 anuales, con una inversión estimada de US\$ 30400.

### **8.3 En referencia a las recomendaciones aún no implementadas**

Los resultados presentados en este estudio de caso representan el 40% de las recomendaciones a la empresa. A continuación se analizan los beneficios que alcanzaría la empresa en caso de implementar el resto de las recomendaciones técnicas.

### **8.4 Manejo de desechos sólidos como gestión de la empresa.**

La empresa ha iniciado un plan de comercialización de desechos de tela para las empresas que fabrican peluches, muñecas y otro tipo de juguetes, en los que se requiere de retazos de tela como rellenos. Esta gestión le ha permitido a la empresa eliminar el problema del manejo de desechos de tela.

## IX - BIBLIOGRAFÍA

1. COMISIÓN AMBIENTAL METROPOLITANA. Manual de Minimización, Tratamiento y Disposición Final, "Concepto de Manejo de residuos peligrosos e industriales para el sector Textil", ciudad de México. Septiembre 1998 Volumen 1, páginas del 48-53.
2. INDANTHREN, Tintura, Manual de los fabricantes de colorantes Indanthren, Madrid - España 1989, Pág. 60-75.
3. MONTOYA ARANGO, J. y OROZCO H. "Eco-eficiencia de los Sistemas de Producción aplicando PML", Scientia technica, Universidad Tecnológica de Pereira, Vol. Nº 13, 2000, pág 33-40.
4. CEPIS/OPS "PREVENCION DE LA CONTAMINACION EN LA INDUSTRIA TEXTIL" LIMA-PERÚ Publicaciones del año 2003, Capitulo Tamizado Químico, Pág. 87-90
- 5.- REVISTA AITEX, "PUBLICACIÓN PERIÓDICA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO TEXTIL "año 2001 , Nro 2, Ing. Caminita, Eduardo .
- 6.- CASTILLO , J. "USO DE TECNOLOGIAS LIMPIAS" , año 2005 CHILE , Vol. 1 , pag. 25-30
- 7.- CEPAL INNOVACIONES TECNOLOGICAS Y SISTEMAS DE GESTION AMBIENTALES EN EMPRESAS LIDERES LATINOAMERICANAS,1998. ,PAG NRO 34,39.

## X .- GLOSARIO

**1.-DBO (Demanda bioquímica de oxígeno) o también conocida como BOD(Biochemical Oxygen Demand)** Es una medida indirecta de la cantidad de material orgánico presente en el agua que puede ser biológicamente degradado (por microorganismos). Ya que el oxígeno disuelto se agota en el proceso de degradación del material orgánico, la cantidad de material orgánico puede expresarse en términos de la cantidad de oxígeno requerido.

**2.-DQO (Demanda química de Oxígeno).**- Se emplea para medir el contenido de la materia orgánica tanto de **las aguas naturales como de las residuales**. El equivalente de oxígeno de la materia orgánica que se puede oxidarse se mide utilizando un agente químico fuertemente oxidante en medio ácido.

**3.-Sólidos Suspendidos (SS) .-** Es el material no filtrable o material no disuelto, es determinado por la filtración a través de un filtro de asbeto fibra de vidrio.

**4.-Sólidos Totales (ST).**- Incluye el material disuelto(SD) y no disuelto(SS) Se determina utilizando una cápsula de porcelana o platino de peso conocido, en el cual se evapora una muestra de agua sobre un baño maria y luego se seca a 103-105 °C .

### **5.-Biodegradables**

Son aquellos restos químicos o naturales que se descomponen fácilmente en el ambiente. En estos restos se encuentran los vegetales, residuos alimenticios no infectados, papel higiénico, papeles no aptos para reciclaje, jabones y detergentes biodegradables, madera y otros residuos que puedan ser transformados fácilmente en materia orgánica.

### **6.-Residuos peligrosos**

Es aquel residuo que, en función de sus características de Corrosividad, Reactividad, Explosividad, Toxicidad, Inflamabilidad, Volátil y Patogenicidad (CRETIVP), puede presentar riesgo a la salud pública o causar efectos adversos al medio ambiente.

## XI.- ANEXOS

### Parámetros de contaminación

**Tabla 1.- CARACTERÍSTICAS DEL EFLUENTE DEL TEÑIDO DE ALGODÓN**

PARAMETROS	VALORES
Color	5-50
PH	6.9-10.7
SST(mg/l)	1565-10750
DBO(mg/l)	52-240
DQO(mg/l)	84-663

Fuente:Cepis-OPS

**Tabla 2.- CARACTERÍSTICAS DEL MERCERIZADO EMPLEANDO DEL 2-6 %  
DE SODA**

PARAMETROS	VALORES
Sólidos totales SST	8000-18000 mg/lt
PH	11-14
Consumo de agua	7000 -10000/tnl de tela
DBO(mg/l)	500-800 mg/lt

Fuente:Cepis-OPS

**Tabla3.- EFLUENTE DESCRUDE PARA DIVERSAS FIBRAS**

FIBRA	PARAMETROS			
	DBO(mg/l)	SST(mg/lt)	pH	Uso de agua(1/1000 kg tela)
Algodón				
Rayon	100-2900	2200-17400	10-12	2500-43000
Acetato	2800	3300	8-9	17000-33500
Poliamida	1300	1800	10-11	50000-66750
Poliéster	500-800	600-1400	8-10	25000-42000



**Tabla 4. –LAVADADO DE LA FIBRAS**

<b>Proceso</b>	<b>Consumo de agua/kgf Lana</b>	<b>DBO Mg/Lt</b>	<b>DQO mg/L</b>	<b>SST Mg/lit</b>	<b>Solidos Disueltos</b>	<b>Grasa mg/Lt</b>	<b>PH</b>
Lavado	10-40	5000-2500	10000-45000	12500	6600	4000	8-9
Tintura	10-20	200-4000	200-4000	-	-	-	6-8