



# **Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**  
**Facultad de Química e Ingeniería Química**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Química**

## **Aplicación de resinas exentas de formaldehído en tejido de punto para obtener prendas con mayor valor agregado**

### **TRABAJO MONOGRÁFICO**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico

#### **AUTOR**

Luis Alberto CHILÓN LOZANO

#### **ASESOR**

Raymundo ERAZO ERAZO

Lima, Perú

2018



## **DEDICATORIA**

Este Trabajo Monográfico está dedicado a mis padres Alfonso Chilón V. y Elvia Lozano D(+), por mostrarme el camino hacia la superación y que gracias a su apoyo pude concluir mi carrera.

*Chilón Lozano Luis  
Bach. Ingeniería Química*

**CONTENIDO**

DEDICATORIA .....	ii
LISTA DE TABLAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	ix
I-RESUMEN.....	12
II- INTRODUCCION.....	13
2.1. Descripción del Problema.....	15
2.2. Justificación de la Monografía.....	16
2.3. Objetivos de la Monografía.....	17
2.3.1. Objetivo general.....	17
2.3.2. Objetivos específicos.....	17
2.4. Hipótesis de la Monografía.....	18
III- MARCO TEORICO.....	19
3.1- Antecedentes.....	19
3.2. Base Teórica.....	19
3.2.1. Generalidades.....	19
3.2.2. Acabados textiles.....	20
3.3. Fibras Textiles.....	21
3.3.1. Fibras Naturales: .....	22



3.3.2. Fibras artificiales: .....	23
3.3.3. Fibras sintéticas:.....	24
3.3.4. Algodón.....	25
3.3.5. Rayón. ....	31
3.3.6. Poliéster.....	34
3.3.8. Elastano.....	37
3.4. Resinas. ....	39
3.4.1. Resinas Sintéticas.....	39
3.4.2. Clasificación de los polímeros. ....	40
3.4.3. Los Polymeros de adición. ....	40
3.4.4. Polymeros de condensación.....	41
3.4.5. Resinas termo estables. ....	42
3.4.6. Resinas Urea Formol.....	44
3.4.7. Dimetilol Etelin Urea. ....	45
3.4.7. Dimetilol Dihidroxi Etelin Urea.....	46
3.5. Formaldehido. ....	46
3.5.1. ¿Qué es el formaldehído?.....	46
3.5.2. Toxicidad - Exposición al Formaldehído.....	48
3.5.3. Sintomatología .....	49
3.5.4. Prevención de una posible intoxicación.....	49



3.5.5. Medidas a tomar ante una intoxicación.....	50
3.6. Marco Conceptual.....	50
3.6.1. Pick up.....	50
3.6.2. Catalizador.....	51
3.6.3. Reticulación.....	51
3.6.4. Polietileno.....	52
3.6.5. Artículo.....	52
3.6.6. Tejido de Punto.....	52
3.6.7. Título de Hilado:.....	52
3.6.8. Encogimiento.....	53
3.6.9. Revirado.....	53
IV. MARCO METODOLOGICO.....	54
4.1. Diagrama de Flujo.....	54
4.2. Equipos y materiales:.....	55
4.3. Métodos de aplicación de las resinas.....	56
4.3.1. Aplicación por Foulard.....	56
4.4. Métodos de análisis de la presencia de formaldehido.....	57
4.4.1. Método de la gota.....	57
4.4.2. Para adultos análisis cuantitativo, ISO 14184.....	59
4.5. Procedimiento para Resinar.....	60



4.6. Presupuesto para realizar una prueba de Resinado en Planta.....	61
4.6.1. Costo del Proceso por kilo de tela de algodón. ....	61
V. RESULTADOS.....	64
5.1. Análisis Comparativo con Resinas BF y LF. ....	64
Cálculo del Costo de Receta de Resinado por kilo de tela de algodón. ....	64
Costo comparativo de prueba de Resinado de tela de algodón. ....	64
5.2. Análisis Cualitativo de Formaldehido en telas Resinadas. ....	66
5.3. Análisis Cuantitativo de Formaldehido libre en telas Resinadas. ....	67
5.4. Análisis Dimensional ancho, largo, torsión. ....	69
5.4.1. Pique simple 20/1 100% Cotton.....	69
5.4.2. Pique simple 50/2 100% cotton.....	73
5.4.3. Jersey Listado 24/1 100% Cotton. ....	77
5.4.4. Interlock 50/1 100% Cotton. ....	81
VI. DESCUSION DE RESULTADOS.....	87
VII. CONCLUSIONES.....	90
VIII. RECOMENDACIONES. ....	92
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	94
X. ANEXOS.....	95



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Composición del Algodón .....	28
Tabla 2 Características de algunas Poliamidas. ....	37
Tabla 3 Costo promedio por proceso por Kg de tela algodón.....	61
Tabla 4 Costo promedio de consumo de recuso por Kg de tela algodón. ....	61
Tabla 5 Costo de receta de resinado por Kg de tela algodón. ....	62
Tabla 6 Costo de prueba en planta por 20 Kg de tela algodón. ....	62
Tabla 7 Costo de receta de resinado a BF y LF, por Kg de tela algodón. ....	64
Tabla 8 Costo de receta de lavado para disminuir el Formaldehido libre en telas resinadas a BF.....	65
Tabla 9 Costo de refuerzo en acabados luego de lavar. ....	65
Tabla 10 Costo total de prueba en planta por 20 Kg de tela algodón. ....	65
Tabla 11 Formaldehido libre en las telas Resinadas con Resina a base de Formaldehido. ....	67
Tabla 12 Cantidad de Formaldehido libre en las telas con Resina LF. ....	68
Tabla 13 Encogimientos de tela Pique 20/1 sin Resina .....	69
Tabla 14 Encogimientos de Pique 20/1 con Resina a base de Formaldehido. ....	70
Tabla 15 Encogimientos de Pique 20/1 con Resina libre de Formaldehido. ....	71
Tabla 16 Encogimientos de Pique 50/2 sin Resina .....	73
Tabla 17 Encogimientos de Pique 50/2 con Resina a base de Formaldehido .....	74
Tabla 18 Encogimientos de Pique 50/2 con Resina a base de Formaldehido. ....	75
Tabla 19 Encogimientos de Jersey 24/1 sin Resina, solo secado.....	77



Tabla 20 Encogimientos de Jersey 24/1 con Resina a base de Formaldehido.....	78
Tabla 21 Encogimientos de Jersey 24/1 con Resina Libre de Formaldehido. ....	79
Tabla 22 Encogimientos de Interlock 50/1 sin Resina, solo secado .....	81
Tabla 23 Encogimientos de Interlock 50/1 con Resina a base de Formaldehido.....	82
Tabla 24 Encogimientos de Interlock 50/1 con Resina Libre de Formaldehido.....	83



**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Estructura morfológica del algodón. ....	27
<b>Figura 2.</b> Anillos de Anhidro D-glucosa. ....	29
<b>Figura 3.</b> Moléculas de celulosa unidos por puente de hidrógeno. ....	29
<b>Figura 4.</b> Ordenamiento de cadena de celulosa.....	30
<b>Figura 5.</b> La celulosa es tratada con un álcali y disulfuro de carbono para obtener rayón .....	32
<b>Figura 6.</b> Polímero de elastano (molécula flexible y molécula rígida) .....	38
<b>Figura 7.</b> Reacción química de Urea Formol. ....	44
<b>Figura 8.</b> Reacciones químicas de la Dimetilol Etilen Urea. ....	45
<b>Figura 9.</b> Dimetilol Dihidroxi Etilen Urea. ....	46
<b>Figura 10.</b> Reacción química con la celulosa.....	47
<b>Figura 11.</b> Resinas con grupos reticulantes: DMDHEU y DMedHEU .....	47
<b>Figura 12.</b> Reacciones cuando se da la reticulación de la Resina. ....	48
<b>Figura 13.</b> Diagrama del Flujo de Proceso de Resinado de Tejido de Punto. (Elaboración Propia).....	55
<b>Figura 14.</b> Rama Monfort de 6 campos.....	56
<i>Figura 15.</i> Aplicación por Foulard. ....	57
<b>Figura 16.</b> Método cualitativo para verificar si hay o no formaldehído libre. ....	66
<b>Figura 17.</b> Formaldehído Libre en ppm como resultado del método cuantitativo. ....	68
<b>Figura 18.</b> Formaldehído Libre en ppm como resultado del método cuantitativo. ....	69
<b>Figura 19.</b> Comparativo de estabilidad dimensional a lo ancho de Pique 20/1 Resinado con y sin Formaldehído. ....	72



<b>Figura 20.</b> Comparativo de estabilidad dimensional a lo largo de Pique 20/1 Resinado con y sin Formaldehído.....	72
<b>Figura 21.</b> Comparativo de estabilidad a la torsión de Pique 20/1 Resinado con y sin Formaldehído. ....	73
<b>Figura 22</b> Comparativo de estabilidad dimensional a lo ancho de Pique 50/2 Resinado con y sin Formaldehído. Fuente: datos CK. (Elaboración propia) .....	76
<b>Figura 23</b> Comparativo de estabilidad dimensional a lo largo de Pique 50/2 Resinado con y sin Formaldehído. Fuente: datos CK. (Elaboración propia) .....	76
<b>Figura 24</b> Comparativo de estabilidad a la torsión de Pique 50/2 Resinado con y sin Formaldehído. ....	76
<b>Figura 25</b> Tela Resinada para mejorar la apariencia, hasta pilling grado 4 (Método Rating D3512-96). ....	77
<b>Figura 26</b> Comparativo de estabilidad dimensional a lo ancho de Jersey 24/1 Resinado con y sin Formaldehído Fuente: datos CK. (Elaboración propia) .....	80
<b>Figura 27.</b> Comparativo de estabilidad dimensional a lo largo de jersey 24/1 Resinado con y sin Formaldehído. Fuente: datos CK. (Elaboración propia) .....	80
<b>Figura 28.</b> Comparativo de torsión de jersey 24/1 Resinado con y sin Formaldehído. ....	81
<b>Figura 29.</b> Comparativo de estabilidad dimensional a lo ancho en Interlock 50/1 Resinado con y sin Formaldehído. Fuente: datos CK. (Elaboración propia) .....	84
<b>Figura 30.</b> Comparativo de estabilidad dimensional a lo largo en Interlock 50/1 Resinado con y sin Formaldehído. Fuente datos CK. (Elaboración propia).....	84
<b>Figura 31.</b> Comparativo de estabilidad a la torsión de Interlock 50/1 Resinado con y sin Formaldehído. Fuente: datos CK. (Elaboración propia).....	85



**Figura 32.** Análisis de pérdida de resistencia en Interlock 50/1 Resinado con y sin Formaldehído. .... 85

**Figura 33.** Pérdida resistencia con Resina LF y diferentes suavizantes..... 86

**Figura 34.** Pérdida resistencia con Resina LF y diferentes suavizantes..... 86



## I-RESUMEN.

En este estudio se analizó la aplicación de resinas libres de formaldehído (LF) en tejidos de punto en la empresa textil Cotton Knit SAC, cuyo propósito es remplazar a las que se estaban usando a base de formaldehído (BF) por ser este dañino para la salud y medio ambiente, además poder cumplir las normativas ISO del mercado de exportación, las que exige que el formaldehído libre en una prenda para adulto debe ser menor a 75 ppm y para niños debe ser menor a 16 ppm, lo que no logra con las resinas clásicas a base de formaldehído.

Se realizaron pruebas de resinado primero a nivel de laboratorio por aplicación por foulard, para evaluar la presencia o no de formaldehído en forma cualitativa usando el método de la gota con indicador y cuantitativo en laboratorios externos certificados, la estabilidad al mezclarse con ácidos grasos y siliconas, como su polimerización, cambio de color a los tonos, variación de resistencia, etc, luego se aplica en planta con resultados, que tomando como base 20 kg de tela el costo sería \$ 179.00 LF, respecto a \$ 174.00 BF, que si se quisiera disminuir el formaldehído libre este se incrementa a \$ 205.00 BF, por lo que se decide cambiar a usar resina libre de formaldehído además también con resultados de estabilidad dimensional al largo, ancho y torsión aceptables, otra ventaja que la pérdida de resistencia está entre 10-20% LF comparado con 20-30% BF.

Para obtener una muestra de 20 Kg de tela de algodón, resinada con resina libre de formaldehído con análisis cualitativo y cuantitativo sería aproximadamente \$ 600.00.



## II- INTRODUCCION.

En la actualidad un textil y sobre todo una prenda debe ser funcional es decir cumplir tres funciones básicas pero muy importantes para el mercado y/o consumidor, una de estas funciones es la protección fisiológica (es decir cubrimos ya sea del frio, calor etc), la segunda seria mantener la moda que es muy cambiante e inestable, que muchas veces puede ser un lujo, y la tercera seria que esta prenda nos brinde confort, es decir en climas difíciles como por ejemplo calor esta nos brinde frescura y tacto suave, y estas necesidades hace que la industria textil este en constante cambio para mantenerse en el mercado, considerando que estos negocios para conseguir una ventaja competitiva sostenible que le permita superar a las firmas rivales tienen como estrategia competitiva el liderazgo en bajo costos. Por lo que busca reducir costos en toda su cadena productiva, de tal manera que las disminuciones de gastos reflejen el precio para el consumidor. En consecuencia, ello repercute en una mayor participación de mercado.

Por la funcionalidad de las prendas de vestir, entonces la base de estas prendas será sostenida por la importancia de la fibra textil, para dar paso a la constitución de tejidos y finalizar en los acabados de estos tejidos, siendo este uno de los procesos muy importantes donde se adiciona valor agregado. Este Trabajo Monográfico presenta una visión general de la aplicación de Resinas en tejidos de punto que se da en las plantas de acabados de telas de la industria textil, una fuente de contaminación del tejido y medio ambiente, por lo que surge las alternativas de usar resinas libres de formaldehído, pero manteniendo los mismos resultados como son estabilidad dimensional a lo ancho largo, torsión, con una pérdida de resistencia a la ruptura trabajable, para cumplir con la legislación REACH (Registration, Evaluation and Authorisation



of CHemicals – Registro, Evaluación y Autorización de Sustancias Químicas, o sea el marco regulador en el área textil de la Unión Europea). de diferentes países y así poder seguir en los mercados de exportación.

En este trabajo monográfico se estudia algunas fibras más usadas en la industria textil y con mayor énfasis la fibra de algodón, que es la fibra usada en la construcción del tejido de punto y esta tela o tejido en la confección de prendas de algodón, este tejido de punto es el que se resina y en él se hace los análisis respectivos.

Los acabados en el tejido de punto son un recurso que permite dar un alto valor agregado a las prendas permitiendo la diferenciación de cada cliente y sus marcas; se puede lograr crear una prenda con un acabado único. Muchas veces los acabados son más enfocados a la moda que se exige en el mercado que un simple gusto del vestir. con el paso del tiempo la moda impone nuevas tendencias y con ello la industria textil se ve en la necesidad de crear nuevas técnicas de acabados en prendas, tejidos o en fibras, estas mismas necesidades han llevado incluso a mezclar fibras, ya sea por necesidad o por estrategia de mercado. Una alternativa fue la aplicación de resinas a base de formaldehído con muy buenos resultados de características de estabilidad dimensional resistencia a la abrasión pilling, etc pero que poco después se determinó que este producto no es permitido para la salud tanto para trabajadores como usuarios o clientes.

Debido a las características tóxicas de este compuesto en las últimas décadas en algunos países se han establecido regulaciones que fijan un nivel máximo permisible de formaldehído lo que obliga a los exportadores textiles migrar a usar resinas libres de formaldehído o que libere cantidades mínimas permisibles con procesos sostenibles para la salud y medio ambiente.



En esta monografía estudiaremos estos requerimientos de los clientes también se podría conseguir con la aplicación de resinas libre de formaldehído lo cual permitirá producir prendas de vestir de algodón que no solo brindan confort sino también que puedan calificar ante las normativas de toxicidad que exigen los mercados de exportación como los europeos asiáticos y americanos como también la salud de los colaboradores en las plantas industriales reduciendo el impacto ambiental.

## **2.1. Planteamiento del Problema.**

Los tejidos en general y los especiales en particular están en constante evolución para obtener de ellos propiedades especiales aptos para diferentes usos, uno de estos es la moda que es cada vez más cambiante y exigente lo que ha llevado que la industria textil en sus planta de teñido y acabado de telas aplique resinas para lograr ciertas características específicas o particulares, es decir, satisfacer las necesidades de los clientes o consumidores; como pueden ser: estabilidad dimensional, la resistencia a las arrugas y fácilmente empacable, facilidad para lavar y secar, que administre la humedad, en algunos casos repelencias a los líquidos y muchas otras, sobre todo que brinde confort al usuario, entonces para cambiar estas necesidades a parámetros controlables y dotarles de estas características es que se debe aplicar resinas buscando disminuir o eliminar la presencia de formaldehido, producto dañino para salud y ambiente laboral, el formaldehido se libera durante la polimerización o reticulación de la resina comúnmente llamado en las plantas como curado de la resina.

Algunas personas pueden presentar efectos adversos como ojos llorosos; sensación de ardor en los ojos, en la nariz y la garganta; tos; sibilancias o respiración con silbidos; náuseas e



irritación de la piel. Algunas personas son muy sensibles al formaldehído, mientras que otras no tienen reacciones al mismo grado de exposición, ante esta problemática nos formulamos la pregunta:

¿Será factible producir prendas resinadas con resina libre de formaldehido en tejido de punto que satisfaga las características de calidad antes mencionadas, que cumpla las normativas de toxicidad nacional e internacional para obtener prendas con mayor valor agregado?

## **2.2. Justificación del estudio.**

La resina a base de formaldehido se empezó a usar en la industria textil más o menos en 1906 para mejorar la resistencia en los tejidos de celulosa regenerada, desde entonces ha tenido diferentes aplicaciones como planchado permanente, fijación de color en teñido y estampado, resistencia a la llama, etc.

Para que las prendas cumplan con algunas de estas características, en las plantas de acabado de telas a los tejidos de punto se deben de aplicar resinas textiles que en algunos casos son resinas a base de formaldehido lo cual expone a ciertos riesgos de salud al estar en contacto las prendas con la piel.

El presente trabajo se justifica por cuanto se estudia y analiza la factibilidad de producir prendas con las características similares a los actualmente en uso, aplicando resinas libres de formaldehido que redundará en beneficio de la salud de los consumidores, de los trabajadores textiles y el medio ambiente en general.

Otra razón importante para la ejecución de este trabajo es la necesidad de producir prendas que permitan seguir compitiendo en los mercados europeos u otros exigentes de normas de





calidad como AATCC 112, etc. sobre todo en prendas para niños donde las normativas son cada vez más estrictas, y para que los productos puedan ingresar a los países deben de evaluarse la cantidad de productos no permitidos y uno de estos es la presencia de formaldehído para determinar si es o no apto para los consumidores.

Este estudio se realizará en la empresa textil “Cotton Knit”, donde durante los dos últimos años se viene realizando pruebas piloto con resultados exitosos y cuya proyección es mantenerse competitivo en el mercado nacional e internacional.

### **2.3. Objetivos de la Monografía.**

#### **2.3.1. Objetivo general.**

Producir prendas de vestir de tejido de punto aplicando resinas libres de formaldehído en tejido de punto para obtener prendas con mayor valor agregado y que cumplan las normativas de toxicidad y medio ambiental nacional e internacional.

#### **2.3.2. Objetivos específicos.**

A.- Evaluar la presencia y la cantidad de formaldehído en las prendas resinadas con resinas libres de formaldehído

B.- Analizar que la pérdida de resistencia a la rotura de los tejidos resinados con estas resinas sea menor o igual a los aplicados con las resinas tradicionales.

C.- Analizar que las prendas de algodón mantengan estabilidad dimensional como encogimiento y revirado hasta la tercera lavada, que es lo que exige las normas de calidad textil.

D.- Analizar que en las prendas, mejore la resistencia a la abrasión y resistencia al pilling.



#### **2.4. Hipótesis de la Monografía.**

Es factible obtener prendas de vestir de tejido de punto con mayor valor agregado por tener características específicas como: estabilidad dimensional, resistencia al pilling, resistencia a la abrasión y que garantice la calificación de las certificaciones de toxicidad de los productos, cambiando las resinas a base de formaldehído por resinas libres de formaldehído



### **III- MARCO TEORICO.**

#### **3.1- Antecedentes.**

La introducción en el mercado de nuevas fibras textiles que en ciertas propiedades como inarrugabilidad superaba a las fibras celulósicas, originó la búsqueda de compuestos químicos para mejorar estas propiedades. Aunque la utilización de resinas sintéticas termoestables o de aplicación interna, como también se les conocen se ha iniciado hace ya varios años, concretamente:60-70 años, puesto que la primera patente relacionada con la obtención de una resina sintética a base de urea y formaldehído, data de 1918, cuyo autor fue HANS JOHNS, pero es solamente a partir de los años 1930-1940, que ha comenzado el apogeo de estos acabados textiles de carácter funcional.

#### **3.2. Base Teórica.**

##### **3.2.1. Generalidades.**

La fina tradición textil en el Perú data de tiempos preincaicos y se sustenta en la alta calidad de los insumos utilizados, como la fibra de alpaca y el algodón Pima. La producción textil y de confecciones ha evolucionado en técnica y en diseños convirtiéndose en uno de los productos mejor cotizados en sus respectivas categorías a nivel internacional.

El desarrollo textil en el Perú ha sido posible gracias al cultivo de fibras de excepcional calidad como el algodón Pima peruano (fibra extra larga) y el algodón Tangüis (fibra larga). Además, el Perú es el mayor productor mundial de las fibras más finas de camélidos sudamericanos, entre las que se distinguen las de alpaca y vicuña, siendo esta última superior a la fibra de Cachemira.



El sector Textil peruano cuenta con una larga tradición, ha sido reconocido por la calidad de sus fibras naturales. El contar con algodón de fibras extra largas ha sido una ventaja que se ha utilizado para penetrar mercados exigentes y conocedores. Así mismo el Perú es considerado uno de los motores del desarrollo y uno de los mayores generadores de empleo en este campo.

El formaldehído se usaba en la fabricación de textiles libres de arrugas o desarrugados. En éstas el contenido en metanal libre podía alcanzar hasta el 2 % del peso total del textil como es en la mayoría de los casos. Posteriormente se bajó el contenido y si supera el 0.15 % éste debe ser declarado en la etiqueta con la recomendación de lavar la prenda antes de usarla, debido a su gran toxicidad al combinarse con átomos ionizados negativamente libres en el ambiente bajo condiciones normales de presión y temperatura.

### **3.2.2. Acabados textiles.**

Un acabado textil es un proceso realizado sobre una fibra, un hilo, una tela o una prenda con el fin de modificar algunas de sus características, como: apariencia, tacto, o comportamiento de la misma. El acabado de las telas es un proceso que ayuda a recuperar algunas características, ya que durante la hilatura, lavado y teñido las fibras van perdiendo sus ceras y grasas naturales.

El objetivo principal del acabado es aumentar la funcionalidad de la tela y le da, también, un valor agregado a las telas y prendas, además que le permite al diseñador o marcas a diferenciarse del resto, creando prendas con acabados únicos, algo que el cliente siempre busca, tratando sobreponerse permanentemente a las necesidades y exigencias de la moda en constante evolución.



El acabado de telas, es esta etapa que le da los mejoras a la tela o prendas y generalmente es el proceso final como su nombre lo indica acabado, la durabilidad depende de este proceso y su aplicación. Algunos acabados, como el coloreado o el gofrado, son fáciles de reconocer, porque son visibles; otros, como el planchado durable, no son visibles, pero tienen un efecto importante sobre el comportamiento de la tela

### ***Clasificación de Acabados.***

Acabados Clásicos.

Acabados especiales.

Según su duración.

Según la característica que modifique.

Según la acción que lo origine.

Físico.

Químico.

Químico – Físico.

### **3.3. Fibras Textiles.**

Las fibras textiles son filamentos que se hilan o trenzan, se pueden tejer formando tejidos y se pueden teñir dándoles color según características específicas de cada una.

Toda fibra necesita algunas propiedades importantes como son:

Su largo debe ser mayor o igual a 100 veces el diámetro del material fibroso.



Capacidad o de fácil hilado.

Resistente.

Que posea elasticidad.

Que tenga lustre o brillo.

Que sea flexible.

Teniendo en cuenta su origen se pueden clasificar en:

### **3.3.1. Fibras Naturales:**

Se obtienen a partir de componentes animales, vegetales o minerales.

#### ***3.3.1.1. De origen animal.***

- **Lana:** es el pelo de las ovejas que se les corta o trasquilan periódicamente, sus características son su elasticidad y resistencia, no se arruga. Se usan en la fabricación de prendas de abrigo.

- **Seda:** es el filamento del capullo de los gusanos, del que se obtiene una única fibra que se hila con varias más. Es de fácil lavabilidad, no se puede planchar, no absorbe la humedad, presenta una gran resistencia, se usa para la confección de tejidos muy costosos.

#### ***3.3.1.2. De origen vegetal.***

- **Algodón:** es la semilla de una planta, posee alta encogimiento después de los lavados, buena hidrofiliidad y no produce alergias, es muy usado en la fabricación de prendas de vestir como polos, camisas, pantalones y ropa interior.



- **Lino:** es el tallo de una planta, dentro de sus características tiene alta resistencia, facilidad para absorber la humedad, es una fibra muy fresca y no produce alergias, es más caro que el algodón, se usa mucho más para ropa de verano por brindar un gran confort.

- **Esparto:** es la hoja de una planta, su tacto es áspero, absorbe la humedad, se utiliza para fabricar suelas de zapatillas y artículos de artesanía.

#### ***De origen mineral.***

- **Amianto:** es un material muy fibroso, cuya principal característica es que no propaga el fuego, por lo que se emplea para la fabricación de trajes ignífugos. Se ha descubierto que es cancerígeno, por lo que su uso se ha restringido mucho en los últimos años.

### **3.3.2. Fibras artificiales:**

Estas fibras son obtenidas mediante transformación química de materia prima natural que puede ser celulosa o proteína vegetal o animal.

#### ***3.3.2.1. Fibras celulósicas regeneradas.***

- **Rayón:** También llamada viscosa

El rayón es una fibra artificial a base de celulosa elaborada y regenerada. La celulosa es tratada con un álcali y disulfuro de carbono para obtener rayón.

#### ***3.3.2.2. Fibras artificiales proteínicas.***

Estas fibras llamadas también azlon, ya sea de origen animal o vegetal; se obtiene de hilar masas de proteínas que se han diluido con diversos agentes químicos. Su uso no tuvo lo que se esperaba ya inicialmente se pensó que pudiera sustituir a la lana.



De origen animal: se obtiene a partir de la caseína de la leche disuelta en sosa cáustica. Actualmente existen dos tipos: Lanital, y Fibrolana

De origen vegetal: las proteínas vegetales se disuelven en soda caustica. De las proteínas del cacahuete o maní, de maíz o choclo, soya, etc.

Fibras artificiales algínicas.

Se obtiene a base de alginato de sodio que es soluble en agua. Los tejidos de esta fibra no pueden lavarse a mano por lo que se deben lavar en seco.

Por ser una fibra extremadamente fina se utiliza en cirugía para puntos de sutura que se disuelven.

### ***De origen mineral.***

Fibra de vidrio: Se obtiene a partir de la mezcla de una serie de minerales. Tras la fusión de los mismos se generan unos filamentos muy finos que entrelazados entre si dan lugar a la fibra de vidrio. Es muy buen aislante térmico y acústico, además de ser ignífugo.

Fibras de metales: de aquellos metales que son dúctiles se pueden obtener hilos, en el caso del oro y la plata se emplean para los bordados de estandartes, trajes de religiosos, y vestidos de torear. Los filamentos de plata son antimicrobiales y antibacterianos.

### **3.3.3. Fibras sintéticas:**

Se elaboran mediante síntesis químicas, a través de un proceso denominado polimerización. En la actualidad son las más empleadas, su principal ventaja es que son muy resistentes a cualquier agente externo, son muy fáciles de lavar y no necesitan ser planchadas, su principal inconveniente es que son higroscópicas, es decir que no absorben el sudor, no conducen bien el





calor y suelen producir irritación a las personas de pieles sensibles. En general se suelen mezclar con fibras naturales para mejorar la hidrofiliidad y poder ser tratadas.

Las fibras sintéticas más comunes son:

- Poliéster (existen derivados retardante de flama como el Avora y Trevira)
- El elastano, licra o spandex.
  
- Acrílico
- Polipropileno (olefínica)
- Nylon

#### **3.3.4. Algodón.**

Cuando se habla de tejidos de algodón automáticamente se relaciona con tejido fino. La tela de algodón es un tejido de origen natural que se remonta a la antigüedad y cuya procedencia originaria corresponde a la India, aunque es conocida también su expansión en el antiguo Egipto y México.

El algodón es una fibra natural de da como fruto las cápsulas de algodón, las cápsulas están divididas en 3,4 o 5 lóbulos con 5 o 10semillas cubiertas de una fibra blanca, o color blanco amarillento en pocos casos verdoso, beige o rojizo, la coloración es una característica que depende básicamente de su procedencia de la tierra, fertilizantes usados y del clima.



### ***3.3.4.1. Características del Algodón.***

La fibra del algodón es como una cinta granulosa, estirada y retorcida. En algunas variedades, el de mejor calidad, la fibra tiene forma casi cilíndrica. Está compuesto a base moléculas de celulosa, con la estructura molecular típica de ésta.

Fibras Maduras: son fibras completamente desarrolladas que han completado su crecimiento. De sección arriñoda y algunas vueltas de torsión.

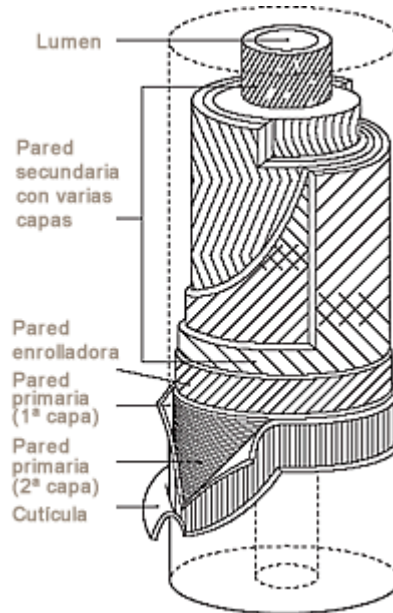
Fibras Inmaduras: Han parado su desarrollo al inicio de su crecimiento o recogidas antes de su madurez, sin torsión y de forma aplastada.

Fibras Muerta: antes del inicio de crecimiento del espesor de las paredes primarias, son aplanadas y transparentes, sin materia interna.

### ***3.3.4.2. Morfología del Algodón.***

El técnico que trabaja con algodón debe de conocer: las impurezas que debe remover antes de la tintura y la localización de las impurezas dentro de la fibra. La morfología es sino conocer describir una fibra como se ve ya sea con la vista o con la ayuda de un microscopio, además de la localización es necesario conocer la morfología de la fibra a fin de conocer donde se encuentran los aceites, ceras, proteínas y pectosas, para proceder su tratamiento y poder eliminarlos.

De la figura anterior se puede notar que hay una capa periférica o cutícula cuya función es proteger a la fibra de la oxidación atmosférica y de la acción de la luz, una pared primaria de 0.1-0.2 micras de espesor que consiste en fibrillas celulósicas responsable de la tenacidad transversal. Una pared secundaria de aproximadamente 20 micras de fibrillas celulósicas responsable de la tenacidad longitudinal, y el limen o canal hueco que recorre la fibra en toda su longitud.



**Figura 1.** Estructura morfológica del algodón.

La pared primaria, es sin duda la parte más importante que influye en el acabado de la fibra, a pesar que su estructura básica consiste de fibrillas, en esta parte están las impurezas como los aceites ceras, proteínas, pactosas y pigmentos.

La pared secundaria, está compuesta por sales minerales que se encuentran en mayor proporción en el extremo interior de la pared secundaria por haber sido alimentadas por la planta a través del lumen, a pesar que las impurezas se encuentran situadas en la parte externa de la fibra es sorprendente el hecho que estén ligadas tan tenazmente.

#### ***3.3.4.3. Impurezas del Algodón.***

Las impurezas que están presentes en el algodón se pueden dividir en dos grupos de acuerdo a su origen: Unas impurezas adicionadas para facilitar las operaciones de hilatura o tejido como son aceites y grasas que estas a su vez después deberían de ser retirados para el proceso previo al teñido.



Las impurezas naturales que acompañan a las fibras de algodón como son las proteínas, pectosas y pigmentos con coloración cremosa, que también será retirada parcialmente en el proceso previo al teñido.

Las impurezas naturales que no es celulosa que están presentes en el algodón no puede ser precisadas con exactitud ya que las cantidades varían de acuerdo a la variedad de fibra, condiciones climatológicas durante su cultivo y su procedencia, como se puede apreciar en la siguiente tabla

Tabla 1  
*Composición del Algodón*

<b>% de componente</b>	<b>Total en fibra</b>	<b>Pared Primaria</b>
Celulosa	88.0 -96.0	52
Agua	6.0 – 8.0	-
Sales minerales	0.7 – 1.6	3
Proteínas	1.1 – 1.9	12
Pectinas	0.7 – 1.2	12
Ceras	0.4 – 1.0	7
Pigmentos, motas	0.5 – 1.0	14

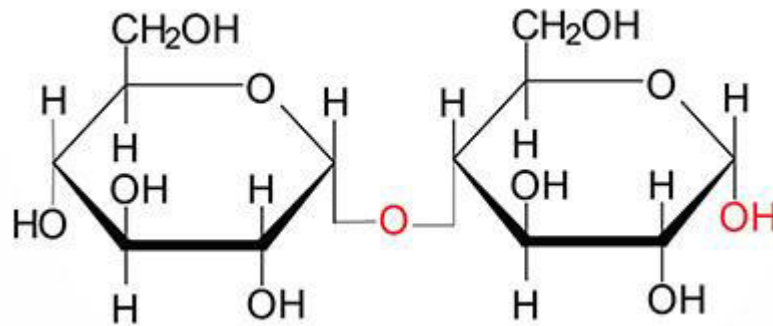
Datos obtenidos de Revista (Fibras textiles - Cap 8.)

#### **3.3.4.4. *Polímero de Celulosa.***

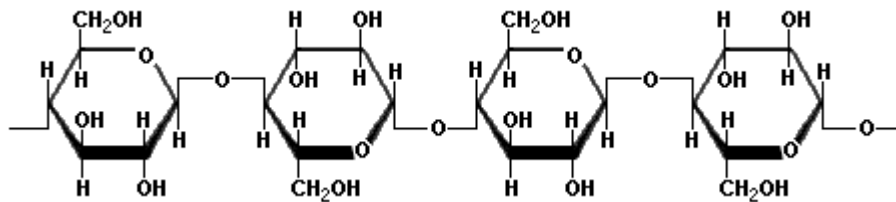
Del latín, cellula que significa celda pequeña. El polímero de celulosa está formado por anillos de D-glucosa unidos por puentes de oxígeno en sus átomos de carbono 1 y 4, por lo que



una cadena de celulosa posee las dimensiones y características suficientes para formar puentes de hidrogeno con cadenas de celulosa contigua.

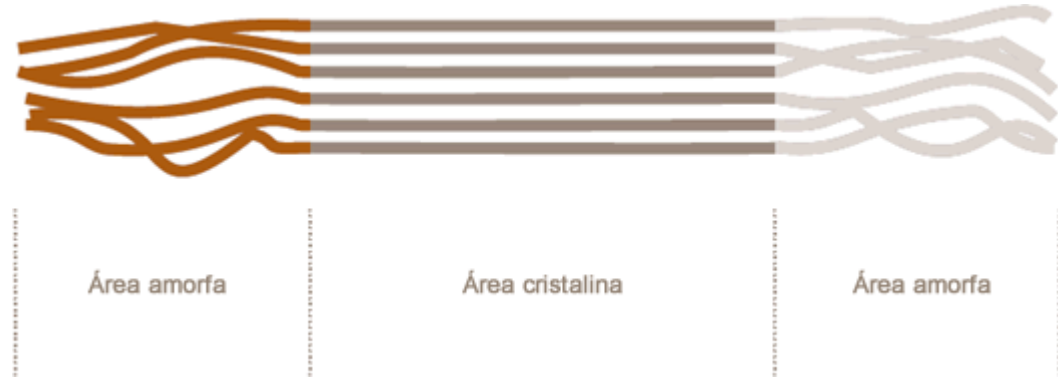


**Figura 2.** Anillos de Anhidro D-glucosa.



**Figura 3.** Moléculas de celulosa unidos por puente de hidrógeno.

Estas cadenas se extienden de tal manera que forman filamentos largos, acomodándose en forma de paquetes moleculares estos paquetes no están arreglados uniformemente hay zonas donde están acomodados paralelamente y tan juntos que forman cristales y otros que están doblados en formas desordenada que son las zonas amorfas.



**Figura 4.** Ordenamiento de cadena de celulosa.

#### **3.3.4.5. Grado de polimerización de la Celulosa.**

Como ya se ha denotado que la celulosa es un polímero de anillos de D-glucosa, al tratar de establecer el promedio del número de unidades de D-glucosa que posee las cadenas de celulosa salta el problema de que no existe un solvente lo suficiente apropiado para hacer los estudios de viscosidad y así encontrar el D.P mediante selecciones entre la viscosidad y el grado de polimerización (D.P)

#### **3.3.4.6. Hidrolisis de la Celulosa.**

La celulosa es sensible a los ácidos sobre todo a los ácidos minerales concentrados, los productos de hidrolisis tienen un menor grado de polimerización y por ello una pérdida de tenacidad de la fibra, los productos del resultado de la hidrolisis se llaman hidrocelulosas que se dan por la ruptura de la cadena con una disminución del grado de polimerización, por lo que a mayor número de hidrocelulosas habrá menor D.P, y por lo que tendremos mayor pérdida de tensión en la fibra, por lo que es recomendable tener el control de acidez en los procesos textiles para minimizar la formación de hidrocelulosas.



#### ***3.3.4.7. Acción por Alkali a la Celulosa.***

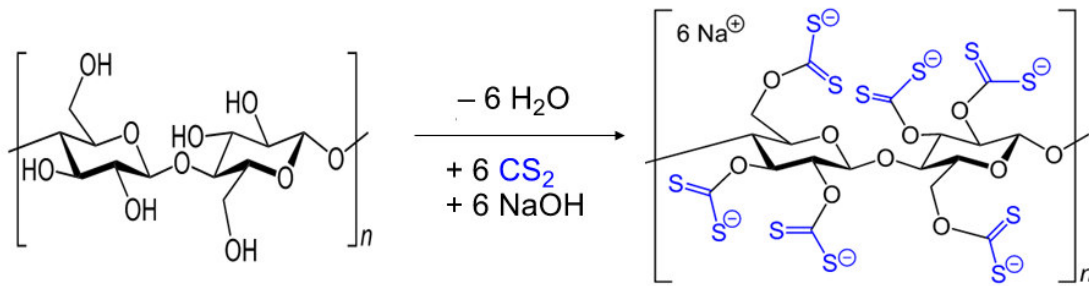
Los álcalis no tienen acción destructiva sobre la celulosa solo lo hacen cuando hay presencia de oxígeno, en estos casos se forman oxixelulosas, cuando hay presencia de soda caustica se da una reacción bastante compleja, así las concentraciones bajas de caustica queda adheridas a la celulosa y es difícil remover sin que sufra cambio la composición interna de la fibra, solo hay adherencia a los grupos OH de la región amorfa.

#### ***3.3.4.8. Oxidación de la Celulosa.***

La celulosa es sensible a la acción de agentes oxidantes ya sea en medio ácido, neutro o alcaligeno, las llamadas oxixelulosas las formaciones de estos productos traen una pérdida en la tenacidad de la fibra. La oxidación al igual que la hidrolisis es una reacción heterogénea y por lo tanto el ataque no es uniforme a través de la fibra, en general el ataque ocurre más rápidamente en la región amorfa.

#### **3.3.5. Rayón.**

La celulosa proveniente de fibras de madera o algodón se trata con hidróxido de sodio, y luego se la mezcla con disulfuro de carbono para formar xantato de celulosa, el cual se disuelve luego en más hidróxido de sodio. La viscosa resultante se extruye en un baño ácido o bien a través de una ranura para hacer celofán, o a través de un pequeño orificio para fabricar rayón (algunas veces llama también viscosa). El ácido vuelve a convertir la viscosa en celulosa.



**Figura 5.** La celulosa es tratada con un álcali y disulfuro de carbono para obtener rayón

### 3.3.5.1. *Propiedades del Rayón:*

Entre las propiedades del rayón se puede mencionar; que es una fibra muy versátil brinda comodidad como otras fibras naturales, su tacto es similar a la seda, la lana, el algodón o el lino. También se pueden teñirse fácilmente.

Las prendas de rayón brindan confort; son suaves, ligeros, frescos, cómodos y muy absorbentes, permitiendo la transpiración, permitiendo que el cuerpo tenga mayor frescura. Por ello son ideales para climas calurosos y húmedos. Según su presentación, se distingue entre el llamado rayón filamento y la viscosa de fibra corta.

Una de las debilidades del rayón es su baja resistencia en húmedo, por lo que recomiendan ciertos cuidados al teñir y acabar en húmedo, además tiene poca estabilidad dimensional, es decir posee la menor recuperación elástica de todas las fibras. Sin embargo, el rayón HWM o fibra modal, es mucho más fuerte y duradero. Los cuidados recomendados para el rayón normal se basan en su lavado en seco. En cambio, el rayón HWM puede lavarse a máquina.

### 3.3.5.2. *Estructura Física del Rayón:*

El rayón normal posee líneas longitudinales llamadas estrías y una sección cruzada de forma dentada circular. Las secciones cruzadas del HWM y del rayón "cupra" son redondas. El rayón





filamentoso tiene de 80 a 980 filamentos por hilo. Las fibras de rayón son, por naturaleza, muy brillantes, pero la adición de pigmentos mates reduce su brillo natural.

### ***3.3.5.3. Tipos de Rayón:***

Rayón nitrocelulosa: es la original seda Chardonnet que ya no se fabrica por los riesgos que implica el uso de nitrocelulosa.

Rayón cuproammonio o cuproamoniaco, también conocido como cupro: sus filamentos son más finos que la seda natural; la fabricación está restringida en algunos países por los riesgos medioambientales.

Rayón viscosa o viscosa: es el más utilizado en el ámbito textil. La fibra corta de rayón de viscosa tiene tacto suave, fácil de teñir, es muy absorbente y no acumula carga estática. Cuando este rayón es de bambú no es lavable.

Rayón acetato y rayón triacetato, también llamados acetatos: no son fibra de celulosa pura sino de acetato de celulosa, un compuesto de la misma; se fabrican a base de desperdicios de algodón transformados en acetato de celulosa por tratamiento con anhídrido y ácido acético. En el rayón triacetato la proporción de grupos acetilados es mayor del 92%. De este rayón se puede obtener el muaré.

Modal o rayón HWM (High Wet Modulus) o fibra polinósica: también llamada modal tiene mayor resistencia y más elasticidad por lo que es más fácil de hilar y tejer se trata con derivados del óxido de etileno, poliglicoles y aminos.

Lyocell, conocido comercialmente como Tencel: es el último de los rayones, no se afecta el medio ambiente durante su fabricación, además poseen mayor resistencia. Los tejidos de rayón



tienen cada vez mayor consumo por lo que la industria textil confecciona: blusas, vestidos, chaquetas, lencería, forros, trajes, corbatas, etc. en decoración se puede encontrar en: colchas, mantas, tapicería, fundas, etc. Como uso industrial: material quirúrgico, productos no tejidos, armazón de neumáticos, etc. y otros usos como productos para la higiene femenina.

### **3.3.6. Poliéster.**

También llamado PET o PETE

El nombre común de esta fibra es poliéster y el nombre científico es: poli-etilen tereftalato. Su fórmula química es (C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>O<sub>4</sub>). El punto de fusión del poliéster es de 256°C. Las fibras de poliéster se obtienen por polimerización de monómeros a base de ácido tereftálico y glicol etilénico.

#### ***3.3.6.1. Propiedades del poliéster***

En tejidos 100% PES se asemejan a las fibras naturales

- Resistencia a la absorción muy buena.
- Producen carga electrostática.
- En mezclas producen mucho pilling, sobre todo a la abrasión (formando pequeñas bolitas)
- Buena resistencia a los ácidos minerales débiles.
- Se disuelven por descomposición parcial por el ácido sulfúrico concentrado.
- Excelente resistencia a los oxidantes como: blanqueos textiles convencionales.
- Son altamente sensibles a bases tales como hidróxidos de sodio y metilamina.
- Insoluble a la mayoría de los disolventes de limpieza y a los agentes activos

excepto a los polihalogenados, ácido acético y fenoles.



- Es hidrófuga: repelente al agua y secado rápido.
- Oleofilo: difícil de la eliminación de manchas de aceite.

### ***3.3.6.2. Características del poliéster.***

· Las fibras de poliéster pueden ser fabricadas con dos tipos de resistencia: de alta tenacidad y de tenacidad media.

· Su aspecto es liso y brillante, aunque también puede ser fabricada sin brillo o mates.

· Son resistentes a la acción de los ácidos y tienen resistencia también a los álcalis y agentes oxidantes o reductores. Son solubles en fenol.

· Al igual que las poliamidas, las fibras de poliéster son poco higroscópicas, lo que las hace poco absorbentes del sudor y de difícil tintura.

· Es también termoplástico. Por esta razón se recomienda termofijar a temperaturas menores a 200°C y bajos tiempos de permanencia (a mayor temperatura menor tiempo de permanencia)

· El planchado de prendas debe hacerse a temperaturas moderadas.

· Las fibras de poliéster pueden ser empleadas en forma de filamento continuo o cortadas.

Actualmente las mezclas con las fibras naturales y la adición de químicos se obtienen tejidos similares a los de algodón con buena hidrofiliadad lo cual dan prendas con mayor confort lo que se incrementa su consumo de estas fibras en el mercado.

Estas fibras, junto con las acrílicas y las de poliamida, constituyen las fibras sintéticas más importantes de la industria textil.



### **3.3.7. Poliamida o Nylon.**

Es una fibra química textil sintética, obtenida a partir de derivados de productos petrolíferos y aceites, que generan un monofilamento continuo, resistente y ligero con el que se fabrican los tejidos. Una poliamida es un tipo de polímero que contiene enlaces de tipo amida. Las poliamidas de origen animal, como la lana o la seda, y sintéticas, como el Nylon o el Kevlar.

La poliamida más comercial es el nylon, es un sólido opaco, blanco, se puede encontrar en forma rígida y de fibra. Es duro y resiste al rozamiento, al desgaste a los agentes químicos.

#### **3.3.7.1. Propiedades químicas**

**Acción de los ácidos:** las soluciones diluidas afectan ligeramente al Nylon 6. Las soluciones concentradas en caliente de ácidos inorgánicos destruyen al nylon. Las soluciones concentradas en frío del ácido sulfúrico y nítrico disuelven el nylon.

**Acción de los solventes orgánicos:** el ácido fórmico concentrado, el fenol y el metracresol disuelven el nylon

**Acción de los álcalis:** resistente a los álcalis débiles y fuertes.

**Resistencia biológica:** el nylon no es atacado por polilla, moho u otros microorganismos.

**Teñido:** los colorantes usados son similares a los del Nylon 6,6: colorantes dispersos, ácidos, algunos colorantes directos y colorantes al cromo, el Nylon 6,6 es más teñible.

Las poliamidas también presentan otras propiedades específicas:

Resistencia al desgaste, bajo coeficiente de fricción, puntos de fusión elevada, buena resistencia al impacto y alta resistencia a la fatiga, también poseen un excelente brillo superficial.



Los polímeros reforzados con vidrio se caracterizan por un alto nivel de rigidez, buena estabilidad dimensional, óptima resistencia térmica, buena resistencia al desgaste, y bajos coeficientes de fricción.

Entre las poliamidas más comunes son:

**Nylon 6:** es un polímero formado por auto condensación de ácido 6- aminocaproico. (llamado Caprolactama)

**Nylon 6,6:** Es un polímero del ácido hexametildiamina y el ácido adípico. Los números que aparecen después de la palabra nylon indican el número de carbonos en las materias primas. Por ejemplo, el Nylon 6,6 tienen 6 átomos de carbono en la hexametildiamina y 6 átomos de carbono en el ácido adipico.

**Nylon 11:** es un polímero del ácido aminoundecanoico.

Tabla 2  
*Características de algunas Poliamidas.*

Poliamida	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Higroscopicidad		Amarillamiento	Ablandamiento	Fusión	Humedad
		Filamento	Fibra				
Nylon 6	1.14 - 1.15	5.75%	6.25%	150 °C	175°C	215 - 215°C	8 - 8.5%
Nylon 6.6	1.14	5.75%	6.25%	156 °C	235°C	245°C	3 - 4.5%
Nylon 11	1.04	3.50%	3.50%		150 °C	186°C	1.20%

Datos obtenidos de Revista (Fibras textiles)

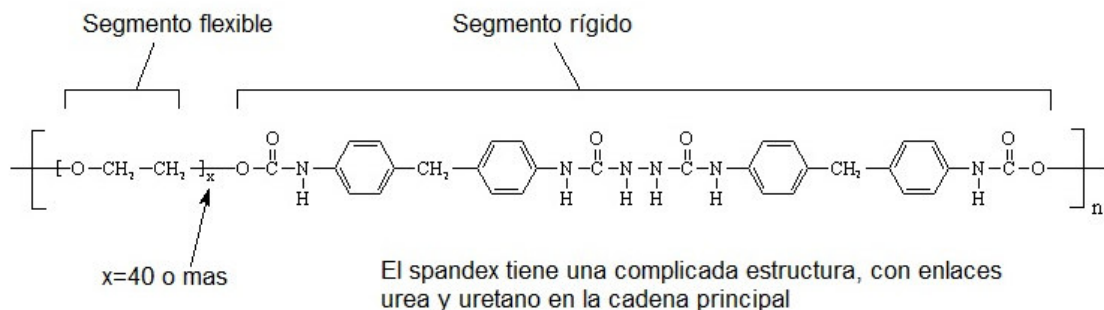
### 3.3.8. Elastano.

Esta fibra es muy usada por su gran elasticidad y resistencia un copolímero uretano-urea formado en un 95% por poliuretanos segmentados (Spandex) a base de un éter polibutenico (un polímero amorfo), que actúa como un muelle entre los grupos funcionales del poliuretano



formando así largas cadenas, obteniéndose así filamentos continuos que pueden ser multifilamento o monofilamento.

Dos tipos de prepolímeros se hacen reaccionar para producir el polímero de la fibra spandex. Uno de ellos es un macroglicol flexible, mientras que el otro es un disocianato rígido. El macroglicol puede ser un poliéster, poliéter, policarbonato, policaprolactona o alguna combinación de estos. Estos son polímeros de cadena larga, que tienen grupos hidroxilo (-OH) en ambos extremos. La característica importante de estas moléculas es que son largas y flexibles. Esta parte de la fibra de spandex es responsable de su característica de estiramiento. El otro polímero que se utilice para producir spandex es un disocianato polimérico. Este es un polímero de cadena más corta, que tiene un grupo isocianato (-NCO) en ambos extremos. La característica principal de esta molécula es su rigidez. En la fibra, esta molécula proporciona fuerza.



**Figura 6.** Polímero de elastano (molécula flexible y molécula rígida)

### 3.3.8.1. Características de las Fibras Elastano

Puede ser estirado hasta un 500% sin que se rompa.

Se puede estirar gran número de veces y volverá a tomar su forma original

Secado rápido



Resistente al sudor (óptimo para tejidos de deporte).

Tejido más duradero.

Son fácil de teñir, pero a menor de 100-110°C

Para mayor confort se puede mezclar con fibras como el algodón, nylon, poliéster.

Se utiliza un pequeño porcentaje de la misma-3 a 10 %, según su requerimiento.

Para estabilizar se recomienda termofijar entre 185 – 200°C con permanencia entre 60-30 segundos (mayor T° C menor tiempo).

### ***3.3.8.2. Punto de Fusión***

El giro de los filamentos se efectúa, desde 180 a 270° C., recomendable a una temperatura de chorro de 190-250° C. los filamentos formados son enfriados, por Temple con el aire. La velocidad de despegue de los filamentos es dependiendo de su finura (densidad lineal), de 100 m/min a 1000 m/min, preferentemente de 200 m/min a 800 metros por minuto.

En un proceso preferido, el derretimiento de poliuretano, después de la mezcla lubricantes y estabilizadores, es hilar sin más pasos intermedios a una temperatura de 180-250° C. en múltiples extremos a una velocidad de 200-1000 m/min.

## **3.4. Resinas.**

### **3.4.1. Resinas Sintéticas**

Se trata de una amplia variedad de productos conocidos con el nombre genérico de resinas sintéticas, obtenidos industrialmente como resultado de los muy conocidos procesos de condensación química y de polimerización química, por cuanto es importante aclarar que no



todas las resinas pueden ser consideradas como polímeros. Algunas resinas como son las alquídicas, los amino plastos (urea formol) y los fenol plastos (fenol- formaldehído) más que verdaderos polímeros son en realidad supercondensados. Se trata por lo tanto de procesos de condensación y de polimerización química, mediante los cuales es posible la obtención de productos con moléculas muy grandes llamadas macromoléculas, con peso molecular igualmente muy grande.

Estas macromoléculas se logran mediante reacciones químicas a partir de moléculas de pequeño tamaño, con pesos moleculares también pequeños a los que se les conoce con el nombre de monómeros. A los nuevos productos obtenidos se les conoce con el nombre de polímeros.

### **3.4.2. Clasificación de los polímeros.**

En base al tipo de reacción química que los forman pueden ser clasificados en dos importantes grupos:

A.- Polímeros de adición

B.- Polímeros de condensación

### **3.4.3. Los Polímeros de adición.**

Estos polímeros son obtenidos mediante reacciones de polimerización en cadena, en las cuales la característica principal es que se forman compuestos adicionales ó secundarios con respecto al propio polímero, acá la polimerización se debe a la acción de un producto llamado iniciador de la reacción, que actúa como radical libre y como un “iniciador iónico”: catiónico ó aniónico.



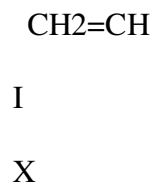


### **A.- Resinas termoplásticas**

Las resinas termoplásticas son polímeros de adición. Este tipo de resinas por acción del calor y la temperatura, se ablandan y se vuelven maleables ó moldeables, conservando estas nuevas formas después de un enfriamiento subsiguiente. Este comportamiento se atribuye a la posible rotura de algunos enlaces covalentes durante el calentamiento.

Estas resinas, son polímeros de adición con altos pesos moleculares, utilizados preferentemente como aprestos de recubrimiento y de acción externa en los textiles. Son compuestos orgánicos etilénicamente insaturados, con muy poco ó casi ningún enlace transversal, tal monómero de partida es del tipo:  $\text{CH}_2=\text{CH}$ . Al cual se le conoce como vinil monómero.

A partir del vinil monómero se producen las reacciones que formarán las cadenas longitudinales metilénicas, con átomos de carbono alternados y en los que los átomos de hidrogeno pueden ó no estar sustituidos por radicales diferentes, de modo que el vinil monómero se dispone en la forma siguiente:



En el cual X puedes ser: Cl, CN, COOCH<sub>3</sub>

#### **3.4.4. Polímeros de condensación**

Obtenidos mediante reacciones de condensación ó polimerización por etapas. La característica principal es la formación y salida de otros productos simples que el producto principal, como es



el agua, alcohol o formaldehído, etc., formándose la macromolécula en etapas ó en reacciones independientes de la reacción anterior y así sucesivamente.

### **3.4.5. Resinas termo estables.**

Las macromoléculas de condensación conducen a las llamadas resinas termoestables ó también llamadas termo endurecibles. Se les llama así porque estas a medida que el calor ó la temperatura a que están espuestas, va en aumento, se endurecen, se tornan más rígidas é infundibles. Para tener la posibilidad de reaccionar químicamente con los grupos OH de la celulosa y en el mayor de los casos se trata de productos reactantes, que también hay resinas o autoreticulantes y autoreticulantes/reactantes.

Su aplicación de las resinas termo estables, Actúan internamente en la fibra produciendo casi siempre un interacción química con los grupos activos de las fibras a los cuales se les aplica especialmente con los grupos OH en el caso de las fibras celulósicas, es por ello que se les considera como resinas modificantes de la estructura molecular, aunque hay algunas que actúan solo como resificantes ó de simple relleno de la zona amorfa de la fibra.

#### ***3.4.5.1. Las Resinas o Autoreticulantes.***

Son compuestos que tienen tendencia a reaccionar consigo mismo ó autopolimerizarse bajo ciertas condiciones, su fundamento de aplicación se basa en la denostación dentro de la parte amorfa de la celulosa de compuestos de bajo peso molecular para luego en presencia de catalizador y temperatura polimerizarse en compuestos de alto peso molecular insoluble en agua. Además, estos monómeros pueden también reaccionar de distintas otras formas, según las



condiciones del medio, como temperaturas, pH, humedad, tiempo, etc. Tienen uso preferencial en los acabados de viscosa.

#### ***3.4.5.1.1. Clasificación de Resinas.***

Existen dos grupos:

##### **A.- UREA FORMOL (UF)**

- Monometilol urea
- Dimetilol urea
- Dimetoximetil urea
- Trimetoximetil urea

##### **A.- MELAMINA FORMOL (MF)**

- Trimetilol urea
- Hexametilol melamina

#### ***3.4.5.2. Los reactantes.***

son compuestos que reaccionan de preferencia con la celulosa a través de sus grupos oxidrilos, formando enlaces transversales entre cadenas adyacentes por medio de un puente covalente. Pudiendo reaccionar en un principio, con ellas mismas y luego con la celulosa, para formar productos o sistemas reticulantes. Pudiendo reaccionar en un principio, con ellas mismas y luego con la celulosa, para formar productos o sistemas reticulantes.

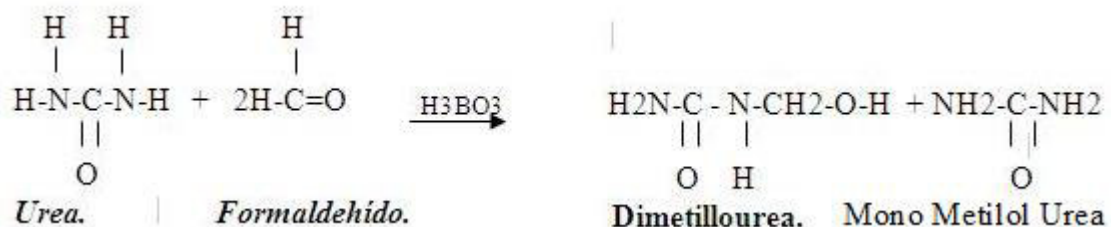


### 3.4.5.2.1. Clasificación de Resinas.

- Dimetilo Etilen Urea (DMEU)
- Dimetilol Dihidroxi Etilen Urea (DM(OH)<sub>2</sub>EU)
- Dimetilol Propilen Urea (DMPU)
- Dimetilol Triazona (DMT)
- Dimetilol Urona Dimetil Eter (DMUrona)
- Dimetilol Carbamato (DMC)

### 3.4.6. Resinas Urea Formol.

La idea original consistía en rellenar la parte amorfa con polímeros que actuarán como resortes para restaurar las deformaciones originadas por una fuerza externa (arruga). Se obtiene de la reacción entre la urea y el formol. Bajo condiciones neutras o alcalinas reacciona para dar mono ó dimetilol úrea, según la relación que exista entre el formol a urea. Mono Metilol Urea



*Figura 7. Reacción química de Urea Formol.*

La reacción entre el formol y la urea es exotérmica y los resultantes muy reactivos, lo que puede traer como consecuencia una auto condensación antes de lo deseado si la reacción no ha sido debidamente controlada. Se retarda la reacción con soda caustica. A mayor número de metilol es más dura y más difícil de obtener.



### 3.4.7. Dimetilol Etilen Urea.

Sí la reacción ha tomado lugar completamente no hay posibilidad de retención de cloro; pero si no lo ha hecho, ó existen residuos de catalizador sobre el material, la resina será nuevamente retentiva de cloro.

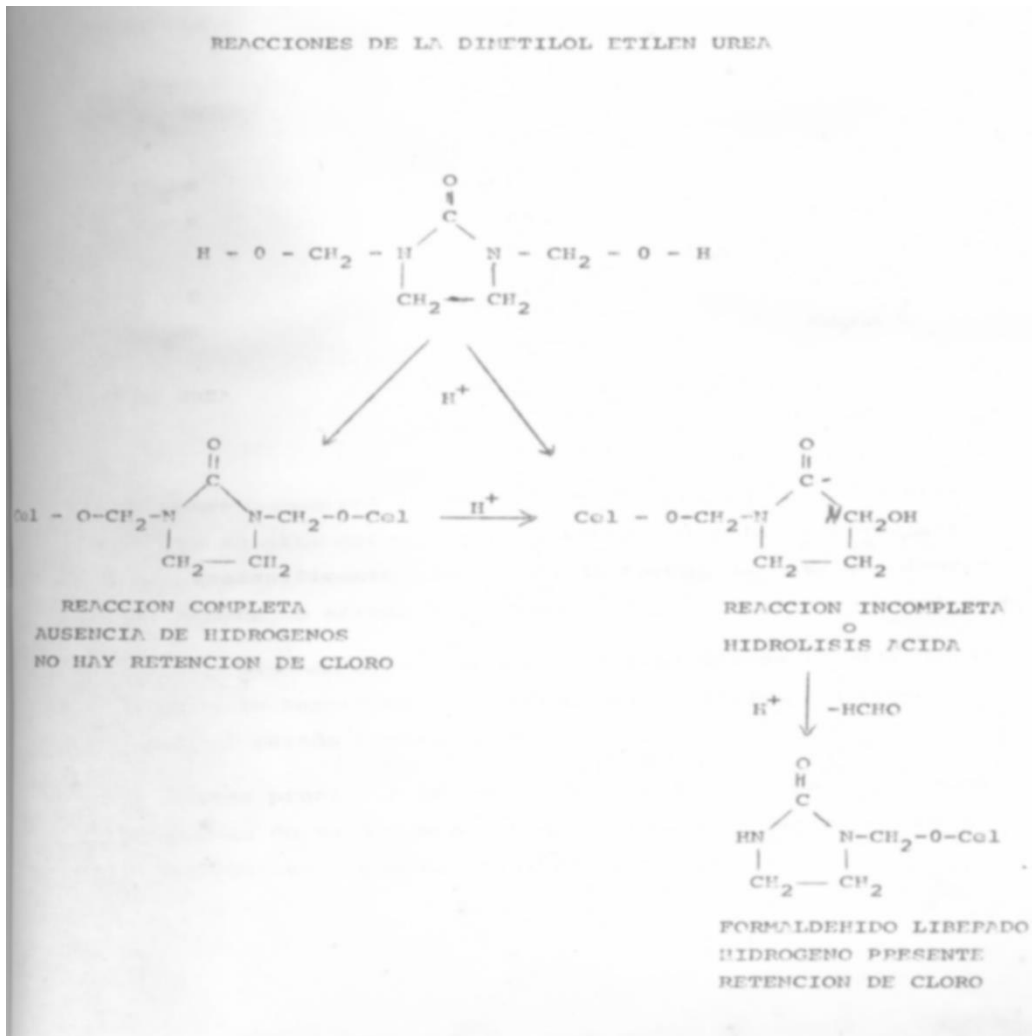


Figura 8. Reacciones químicas de la Dimetilol Etilen Urea.



### 3.4.7. Dimetilol Dihidroxi Etilen Urea.

Finalmente, el problema de reactividad y retención de cloro se solucionó con la introducción de la dimetilol dihidroxi etilen urea. Este nuevo compuesto (DM(OH)2EU) ha encontrado gran aceptación por su alta estabilidad a la hidrólisis ácida e insignificante liberación de formol durante su almacenaje, además no afecta la solidez a la luz de los colorantes.

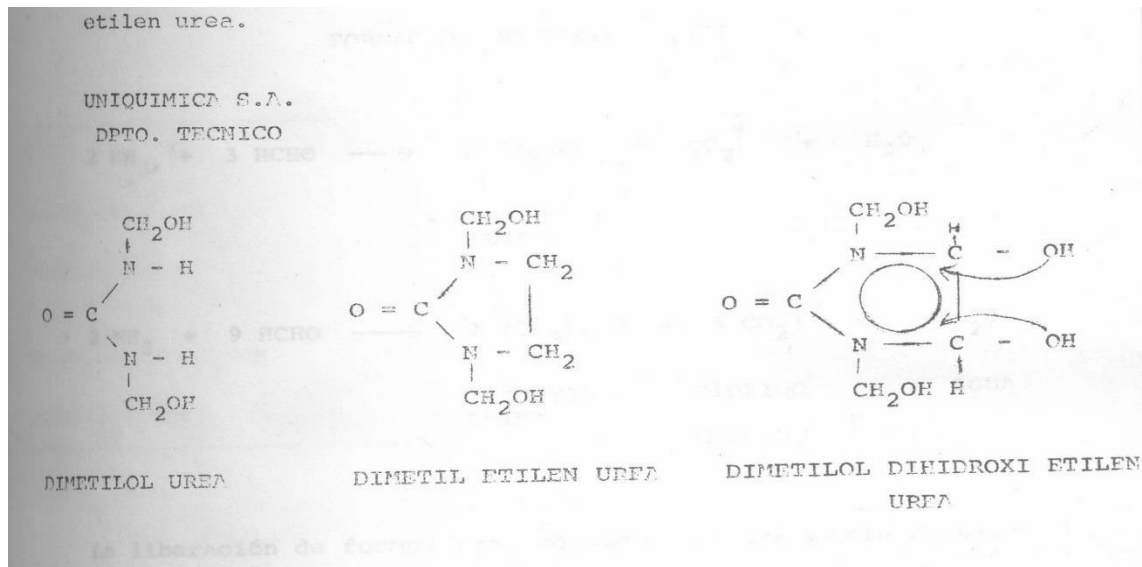


Figura 9. Dimetilol Dihidroxi Etilen Urea.

## 3.5. Formaldehído.

### 3.5.1. ¿Qué es el formaldehído?

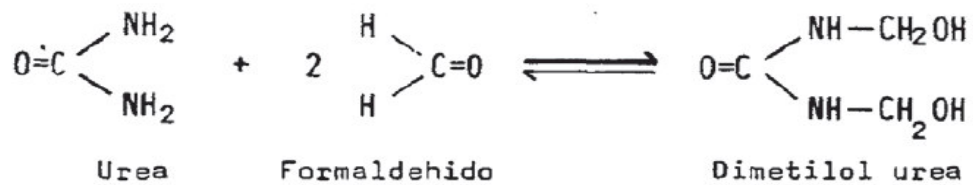
El formaldehído o metanal es un compuesto químico, es un aldehído (el más simple de ellos) altamente volátil y muy inflamable, su fórmula química es H<sub>2</sub>C=O. Se obtiene por oxidación catalítica del alcohol metílico. En condiciones normales de presión y temperatura es un gas incoloro, de un olor penetrante, muy soluble en agua y en ésteres. Las disoluciones acuosas al ~40% se conocen con el nombre de formol, que es un líquido incoloro de olor penetrante y



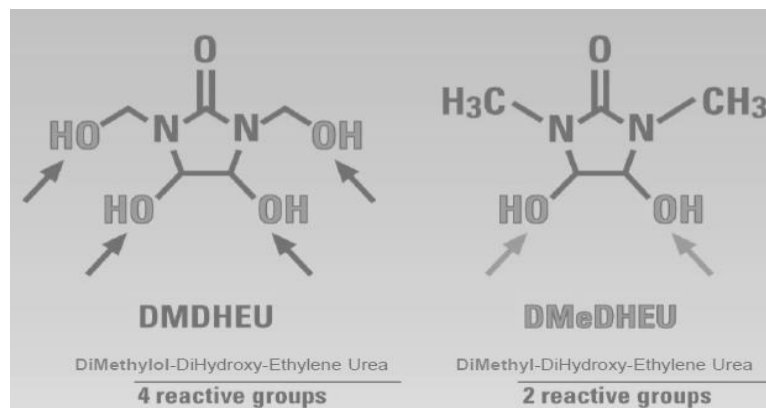
sofocante; estas disoluciones pueden contener alcohol metílico como estabilizante.

Puede ser comprimido hasta el estado líquido; su punto de ebullición es  $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Ante el difícil control de la reacción directa del formaldehído con la celulosa del algodón y el olor desprendido durante la aplicación de las resinas a base de formaldehído, como las N-metilol derivadas de la urea o de los derivados cíclicos de la urea, con el apoyo de los catalizadores, es el motivo que cada vez se está restringiendo su aplicación en las telas de algodón,



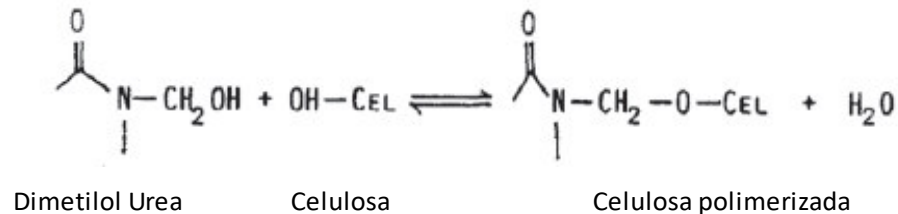
*Figura 10. Reacción química con la celulosa*



*Figura 11. Resinas con grupos reticulantes: DMDHEU y DMEDHEU*



Reacciones cuando se da la polimerización o reticulación con las resinas a base de formaldehído, tanto reacciones primarias y secundarias y posteriormente liberando el formaldehído.



*Figura 12. Reacciones cuando se da la reticulación de la Resina.*

### 3.5.2. Toxicidad - Exposición al Formaldehído

El formaldehído se encuentra en el ambiente originándose de fuentes naturales como de actividades humanas, pero principalmente es producido por la combustión de materiales.

Generalmente se encuentra más cantidad de formaldehído en el interior de viviendas que al aire libre, ya que muchos productos que hay en el hogar emiten formaldehído al ambiente, como, por ejemplo: pintura de látex, esmalte de uñas, madera contrachapada, etc.

La intoxicación por formaldehído se puede dar por diversas vías: inhalación (principalmente), piel, ojos e ingestión.

El formaldehído se absorbe rápidamente a través de la nariz, de las vías superiores respiratorias y cuando se ingiere; en cambio, por la piel sólo se absorben pequeñas cantidades.

Una vez dentro del organismo, el formaldehído se degrada rápidamente a formiato (que es excretado en orina) o dióxido de carbono (que es excretado a través del aliento).

Límites de exposición profesional.





VLA-EC (Valor Límite Ambiental de Exposición de Corta duración): 0,3 ppm;  
0,37 mg/m<sup>3</sup>. Estos valores no deben ser superados en ningún momento.

### **3.5.3. Sintomatología**

En caso de inhalación: se produce sensación de quemazón, tos, dolor de cabeza, náuseas y/o jadeo. Irrita gravemente el tracto respiratorio, pudiendo originar edema pulmonar (los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas unas horas y se agravan por el esfuerzo físico).

En caso de contacto con piel: provoca irritación.

En contacto con los ojos: es lacrimógeno, puede producir visión borrosa, dolor y/o enrojecimiento.

En caso de ingestión: beber altas cantidades puede provocar dolor agudo, vómitos, coma y posiblemente la muerte. Se debe consultar al médico en todos los casos.

Los efectos de la exposición prolongada o repetida al formaldehído pueden provocar riesgo de padecer cáncer en los seres humanos.

### **3.5.4. Prevención de una posible intoxicación**

A través de la inhalación: realizar ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.

A través del contacto con la piel: usar guantes aislantes del frío.

A través del contacto con los ojos: gafas ajustadas de seguridad o protección ocular combinada con la protección respiratoria.

A través de ingestión: no comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.



### **3.5.5. Medidas a tomar ante una intoxicación.**

En caso de inhalación: se recomienda respirar aire limpio y guardar reposo, además de adoptar una posición de semi-incorporación. Si estuviese indicado, sería conveniente aplicar respiración artificial. Se debe proporcionar asistencia médica.

En caso de contacto con la piel: se procederá a quitar las ropas contaminadas. Después se debe aclarar la piel con agua abundante o ducharse. Se indica proporcionar asistencia médica.

En caso de contacto con los ojos: es conveniente enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad). Después se proporciona asistencia médica.

### **3.6. Marco Conceptual.**

#### **3.6.1. Pick up.**

Pick up es la capacidad de un tejido textil, para levantar un líquido en un proceso húmedo a una cierta velocidad. Por ejemplo, si se trata de una tintura de algodón, un tejido en movimiento toma aproximadamente su propio peso en un adicional de líquido. Es decir, si 1 metro pesa 100g pro ejemplo, levanta otros 100 gramos de líquido. Esto es un pick up de 100 %. (Levanta el 100 % de su propio peso)

#### ***Cálculo del pick up.***

Anotar la presión (bar), la velocidad de rodillos del foulard (m/min), (para esta monografía el foulard de la maquina Rama), el gramaje del artículo ( $\text{g/m}^2$ ).

Corte una muestra de tela después de ser exprimida por el foulard.

Pese la muestra húmeda (Wh).

Coloque la muestra en el horno por 5 min.



Retire la muestra, verifique que está seca, en caso contrario coloque unos minutos más la muestra.

Coloque la muestra en el acondicionador por 10 min y pese la muestra ( $W_s$ ).

$$\%Pick Up = \frac{(W_h - W_s) * 100}{W_s}$$

Observación: Para tela húmeda calcular la diferencia de pick up, esto requiere realizar lo anteriormente señalado tanto para antes de la impregnación como para después de.

### **3.6.2. Catalizador.**

Productos auxiliares que generan un pH concreto en el momento de la proliferación, para lograr una reticulación del polímero adecuada.

### **3.6.3. Reticulación.**

También llamado curado, polimerización. La reticulación es una reacción química presente en la química de los polímeros, implica la formación de una red tridimensional formada por la unión de las diferentes cadenas poliméricas homogéneas.

Existen diferentes tipos de reticulación, que se pueden lograr con un solo polímero o dos o más polímeros que reaccionan para formar una unidad.

Después de la reticulación las moléculas adquieren mayor rigidez, ya que los movimientos de relajación se encuentran impedidos. En el caso de los elastómeros esto ayuda a que las propiedades de resiliencia incrementen.



### 3.6.4. Polietileno.

La reacción ocurre en los carbonos de doble enlace insaturados ó grupos vinílicos, por ello se les conoce como polimerización vinílica, formando las resinas termoplásticas.

### 3.6.5. Artículo.

Palabra usada en la industria textil para definir el tipo de tela (tejido), con características específicas de la misma, según la fibra.

### 3.6.6. Tejido de Punto.

Llamado también género de punto, es aquel que se teje formando mallas al entrelazar los hilos. Básicamente consiste en hacer pasar un lazo de hilo a través de otro lazo, por medio de agujas, similar a los tejidos obtenidos a mano.

Hay dos clases de tejidos de punto los más conocidos:

**Género de punto por trama:** En éste tipo de tejido, la malla se forma en sentido horizontal. Como, por ejemplo: Tejido de jersey, pique simple, Pique doble, Interlock, Rib, Etc.

**Género de punto por trama:** En éste tipo de tejido, la malla se forma en sentido vertical. Por ejemplo: tejido plano.

### 3.6.7. Título de Hilado:

El título es un sistema de unidades de medida de la industria textil, y es uno de los datos de mayor relevancia dentro de las especificaciones de los hilados. Llamado número o título, se refiere a la relación existente entre la longitud y el peso del hilado. Cualquier masa física posee un peso específico, los textiles lo denominan TITULO.



Los hilados no presentan un grosor constante en toda su extensión, por lo que no puede tomarse solo este dato como unidad de medida. El grosor se ve afectado por la higroscopicidad, la cantidad de cabos, e incluso factores como el aplastamiento o estiramiento, y no por eso cambia su título. El sistema de titulación de los hilados nos permite clasificar o medir los hilados.

### **3.6.8. Encogimiento.**

Característica dimensional. Diferencia de medidas de ancho y/o largo de una prenda o pieza de tela después de lavado y antes de este, se puede mitigar o disminuir estos encogimientos por procesos físico y/o químicos, la diferencia radica en que los físicos se pierden en la primera lavada y los químicos como los resinados son más estables y su simetría se mantiene o cambia muy poco después de los lavados.

### **3.6.9. Revirado.**

Grado de torsión o inclinación de una prenda o una pieza de tela expresada en porcentaje medida después de lavado, se puede definir como resultado de la torsión de la fibra usada en los tejidos, es una medida de estabilidad dimensional, importante porque alerta las posibles deformaciones que podría existir en las prendas después de lavar.



## IV. MARCO METODOLOGICO.

### 4.1. Diagrama de Flujo.

En la figura 13 se describe el proceso de Acabado Resinado. El proceso inicia en la tela ya teñida centrándose el proceso en la planta de acabados de tela donde se realiza el abierto, exprimido de tela para luego secar y revisar la calidad del tejido antes de aplicar la resina, ya que una vez aplicada no se podrá retirar, en este punto, también se recomienda hacer un análisis dimensional para saber cuáles son las dimensiones de partida. Luego se prepara la solución de la resina controlando el pH (4-4.5) y se mezcla con los otros productos como son siliconas, polietilenos, ácidos grasos, etc, y se impregna la tela en esta solución para posteriormente polimerizar o reticular la resina controlando tiempo y temperatura según indique el proveedor, todo este proceso se realiza en la Rama, seguidamente se realiza un análisis de resinado y una rápida determinación cualitativa de la presencia o no de formaldehído, luego compactar la tela para asegurar la estabilidad dimensional y documentar los resultados. Todos estos análisis se hacen en el laboratorio de calidad de Cotton Knit, para el análisis cuantitativo se envía muestras a laboratorios externos como Certintex, y este debe certificar la producción.

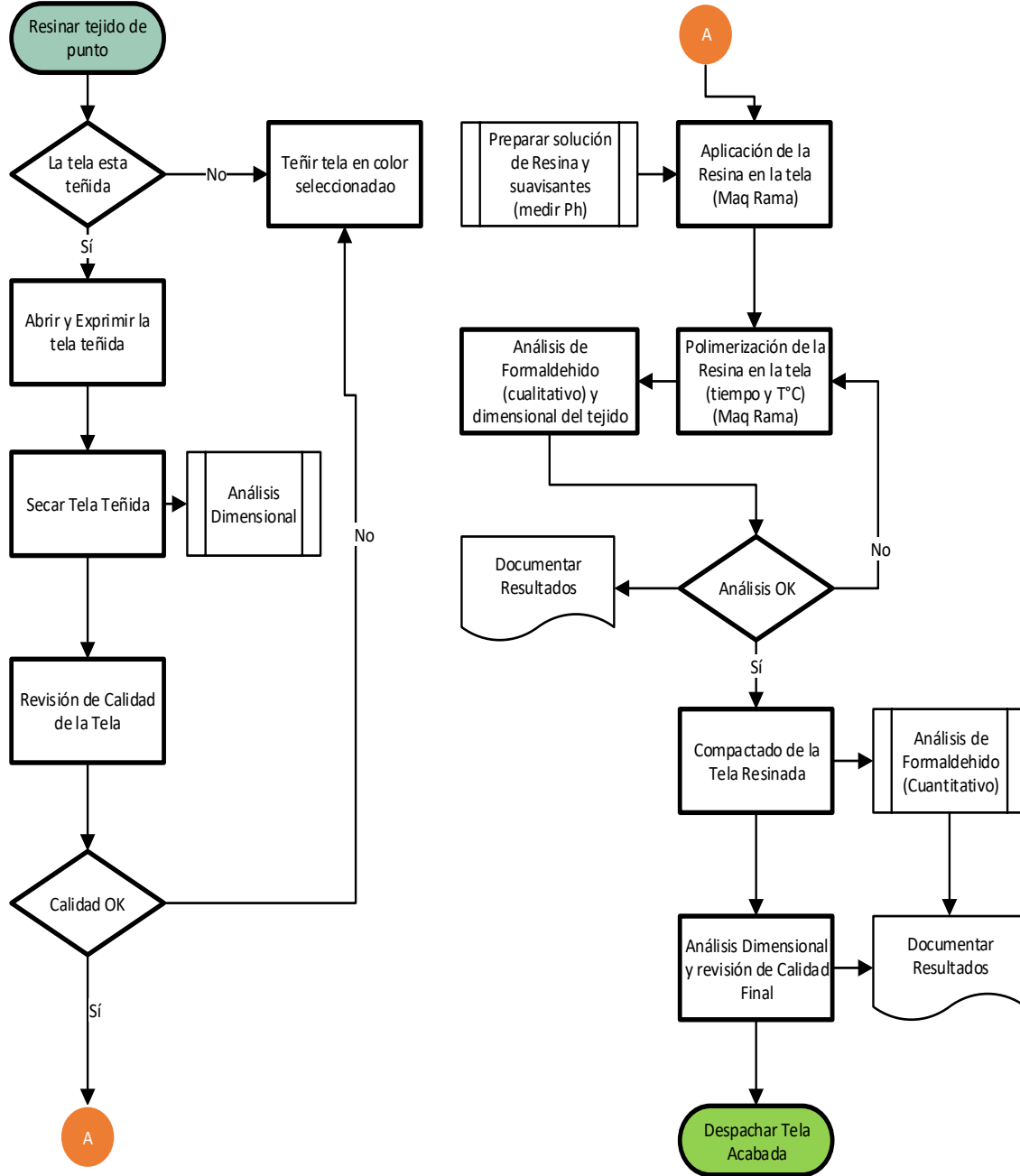


Figura 13. Diagrama del Flujo de Proceso de Resinado de Tejido de Punto. (Elaboración Propia)

#### 4.2. Equipos y materiales:

Para el presente trabajo monográfico se utilizará la maquinaria de Cotton Knit Sac. Como son:



Rama Monfort de 6 campos: Maquinaria para procesos textiles apta para procesos resinado, termofijado, etc. por mantener temperaturas constantes en los campos de secado con una variación de  $\pm 2^{\circ}\text{C}$

Compactadora Santex de Rameta y fieltros.

Secadora Santex de Rameta y cinta.

Resinas, ácidos grasos, siliconas y polietilenos

Muestras de tejidos de algodón de 20 Kg

Materiales de laboratorio como: Matraz, Bureta, pipetas, vidrio de reloj, papel filtro, bagueta, etc.



*Figura 14. Rama Monfort de 6 campos.*

### **4.3. Métodos de aplicación de las resinas.**

#### **4.3.1. Aplicación por Foulard.**

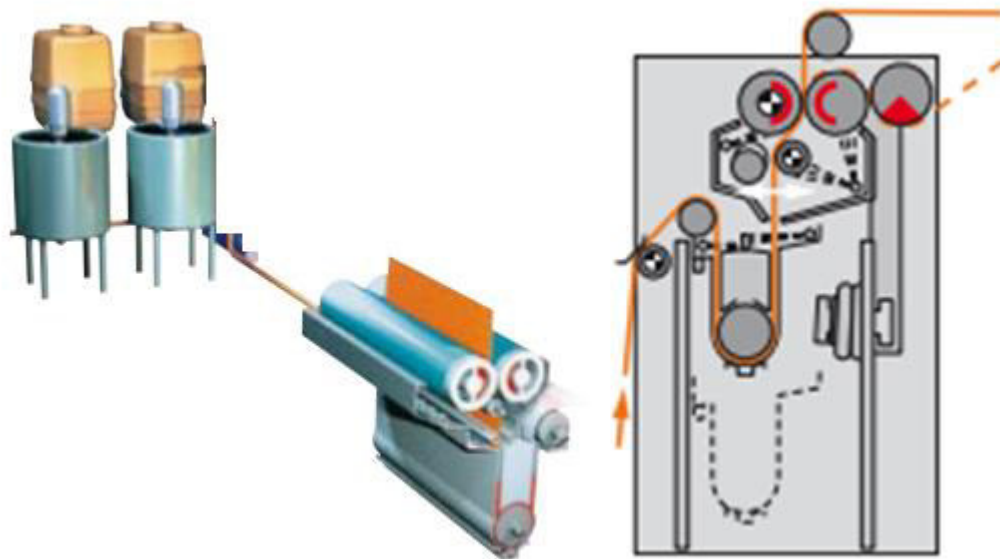
Llamado también foulardeado, este método de aplicación es la operación que consiste en impregnar una materia textil, en una solución que contenga un baño determinado (de suavizantes, tintura, de apresto, etc.), para seguidamente escurrirla mediante cilindros a una determinada presión. Si la solución contiene un colorante, etc, éste quedará depositado sobre el material textil, el cual no queda firmemente fijado a la fibra, por lo que es necesario realizar una





serie de operaciones posteriores al foulardado, para obtener la fijación correcta. La cantidad de producto depositado en el tejido depende de:

- Absorción de la materia.
- Pick Up de proceso.
- Cantidad de baño de tintura depositado (impregnado/escurrido).
- Concentración de producto, en el baño de impregnación.



*Figura 15. Aplicación por Foulard.*

#### **4.4. Métodos de análisis de la presencia de formaldehído**

Para determinar la presencia de formaldehído en los tejidos de punto se puede hacer tanto cualitativa como cuantitativa.

##### **4.4.1. Método de la gota.**

**(AATCC94 - 2002)**



Esta es una metodología cualitativa que solamente indicara que, si hay o no la presencia de formaldehído mas no la cantidad, esta prueba da la primera alerta que el producto no pasara la certificación.

**Materiales:**

- Matraces, fiolas, vasos, pipetas y probetas.
- Goteros de vidrio (preferible color ámbar)

**Reactivos:**

- Fenilhidrazina (debe de mantenerse tapada en todo momento y en lugar oscuro).
- Ácido sulfúrico al 98 %.
- Cloruro de Hierro.
- Agua destilada.

**Muestras:**

- Espécimen: Retazo de tejido de 5 x 5 cm como mínimo.

**Procedimiento:**

- Preparar solución de ácido sulfúrico en agua destilada al 40% (aproximadamente 100 ml) echar lentamente el ácido al agua no al revés.
- Prepara solución fresca de Fenilhidrazina al 1% disolviendo en una fiola de 100 ml, 1 gramo de reactivo en 99 gramos de solución de ácido preparada. Utilizar lentes y macara de gases, ya que la Fenilhidrazina es toxica y causa irritación. Agitar bien la fiola hasta completa disolución, mantener tapada en lugar oscuro.
- Preparar una solución de cloruro férrico al 10% y conservar (10 gramos de cloruro férrico en 90 gramos de agua destilada)



- Finalmente transvasar las soluciones Fenilhidrazina y cloruro férrico a goteros limpios y secos.

- Si la muestra a analizar es de color blanco realizar la prueba sobre el tejido, y para el caso de las muestras de color hacer el goteo sobre la tela y colocar encima de la zona húmeda un pedazo de papel de filtro blanco. Si se utiliza el papel de filtro hacer un goteo sobre un pedazo de el mismo aparte para usarlo de patrón.

- Para realizar el goteo proceder de la siguiente manera: colocar una gota de la solución de Fenilhidrazina sobre la tela asegurando su penetración con una bagueta de vidrio y dejarlo absorber por unos 30 segundos.

- Pasado dicho tiempo aplicar una gota de la solución de cloruro férrico sobre la zona humedecida. Observar cualquier cambio de color dentro de los 05 minutos de aplicación.

- Si el color de la zona goteada vira hacia el rojo, marrón o rosado, se reporta una identificación “**positiva**” de presencia de formaldehído, caso contrario se reporta “**negativo**”.

#### **4.4.2. Para adultos análisis cuantitativo, ISO 14184.**

##### **NTP ISO 14184-1:2014 TEXTILES.**

Determinación de formaldehído. Parte1: Formaldehído libre e hidrolizado (método por extracción con agua)

Especifica un método para determinar la cantidad de formaldehído libre y de formaldehído extraído parcialmente por hidrólisis según un método de extracción con agua. El método de ensayo puede aplicarse a muestras textiles en cualquier forma.

##### **NTP ISO 14184- 2:2014 TEXTILES.**



## Determinación del formaldehído. Parte 2: Formaldehído liberado (método por absorción de vapor)

Especifica un método para determinar la cantidad de formaldehído liberado según el método de absorción de vapor, en condiciones de almacenamiento acelerado. El método de ensayo puede aplicarse a muestras textiles en cualquier forma

### **4.5. Procedimiento para Resinar.**

- Revisar e investigar sobre resinas para textiles y con mayor énfasis para tejido de algodón.
- Revisar las fichas de seguridad de las resinas y productos químicos a utilizar sean exentos de formaldehído y/o que no liberan formaldehído o concentración permitida en su reacción y polimerización
- Preparar muestra de tela teñida de aproximadamente 01 metro de largo y ancho disponible del artículo
- Preparar la solución de la Resina y demás productos químicos en el tanque de la Rama medir pH.
- Programar y revisar parámetros en las maquina (Rama Textil) que se resinara, controlar polimerización
- Analizar presencia o no de formaldehído libre en las muestras de tela solo en forma cualitativa y posteriormente cuantitativa.
- Medir estabilidad dimensional y otras características de las muestras de tejido antes y después de resinar



#### 4.6. Presupuesto para realizar una prueba de Resinado en Planta.

##### 4.6.1. Costo del Proceso por kilo de tela de algodón.

Tabla 3

*Costo promedio por proceso por Kg de tela algodón.*

<b>Costo por Proceso \$/Kg tela de algodón</b>	
Teñido Reactivo	2.00
Secado	0.25
Impregnado	0.40
Polimerizado	0.60
Compactado	0.50
<b>Costo total Proceso</b>	<b>3.75</b>

Fuente: datos CK. (Elaboración propia)

##### *Costo de Recurso por kilo de tela algodón.*

Tabla 4

*Costo promedio de consumo de recuso por Kg de tela algodón.*

<b>Costo de Recurso \$/Kg tela de algodón</b>	
Agua	0.015
Gas Natural	0.298
Luz Eléctrica	0.230
Mano de Obra	0.465
<b>Costo total Proceso</b>	<b>1.008</b>

Fuente: datos CK. (Elaboración propia)



**Cálculo del Costo de Receta de Resinado por kilo de tela de algodón.**

Para evaluar los resultados se toma como base de cálculo 20 Kg de tela.

Tabla 5  
Costo de receta de resinado por Kg de tela algodón.

Producto Químico	Costo \$/Kg	Concentración (g/L)	Peso de Producto (Kg)	Costo \$/Prueba
Resina Libre de Formaldehido	4.50	70	4.62	1.04
Ácido Graso	0.80	80	5.28	0.21
Lubricante de Costura	1.90	40	2.64	0.25
Silicona Macro emulsión	6.50	50	3.30	1.07
Silicona Micro emulsión	4.60	40	2.64	0.61
Humectante	5.10	0.2	0.01	0.00
				<b>3.18</b>

Fuente: datos CK. (Elaboración propia)

Para el cálculo del costo de receta de resinado se toma en cuenta las siguientes condiciones.

$$W \text{ pdto} ==> W_{\text{tela}} * \text{Pick Up} + \text{Volum Cte}$$

$$\text{Pick Up} = 80\% \quad <> \quad \text{Volum Cte} = 50 \text{ L}$$

**Cálculo del Costo de Resinado por kilo de tela de algodón.**

Tabla 6  
Costo de prueba en planta por 20 Kg de tela algodón.

Tipo de tela	COSTO \$/Prueba (20 Kg)		
	Pique simple 20/1, 30/1	Interloock 40/1	Jersey 30/1, 40/1
Tela cruda	36.00	44.00	40.00
Costo Proceso	75.00	75.00	75.00
Costo Receta	63.69	63.69	63.69
Costo de Recursos	10.00	10.00	10.00
Costo de MO	10.00	10.00	10.00
<b>Costo total</b>	<b>194.69</b>	<b>202.69</b>	<b>198.69</b>
<b>Costo total Promedio</b>	<b>198.69</b>		

Fuente: datos CK. (Elaboración propia)



Para el cálculo del costo de receta de resinado se toma en cuenta los siguientes datos promedio de mercado. (\$/Kg), según tipo de tela.

Pique simple 20/1, 30/1.....1.80 \$/Kg

Interlock 40/1.....2.20 \$/Kg

Jersey 30/1, 40/1.....2.00 \$/Kg

***Otros Gastos Adicionales.***

Economato para el Desarrollo del Trabajo Monográfico \$ 100

Análisis Cualitativo de Formaldehído por muestra

(En el laboratorio de la empresa) \$ 100

Análisis Cuantitativo de Formaldehído por muestra

(En los laboratorios certificados externos) \$ 100

El costo total promedio para obtener una muestra resinada con su respectivo análisis de formaldehído de una muestra de 20 Kg de tela de algodón, para este trabajo monográfico dependerá del tipo de tela, y será aproximadamente \$ 600.00.



## V. RESULTADOS.

### 5.1. Análisis Comparativo con Resinas BF y LF.

#### Cálculo del Costo de Receta de Resinado por kilo de tela de algodón.

Para evaluar los resultados se toma como base de cálculo 20 Kg de tela.

Tabla 7

*Costo de receta de resinado a BF y LF, por Kg de tela algodón.*

Producto Químico	Costo \$/Kg	Concentración (g/L)	Peso de Producto (Kg)	Costo (LF) \$/Prueba	Costo (BF) \$/Prueba
Resina Libre de Formaldehido	4.50	70	4.62	1.04	0.00
Resina a Base de Formaldehido	3.50	60	3.96	0.00	0.69
Catalizador (para BF)	2.00	15	0.99	0.00	0.10
Ácido Graso	0.80	80	5.28	0.21	0.21
Lubricante de Costura	1.90	40	2.64	0.25	0.25
Silicona Macro emulsión	6.50	50	3.30	1.07	1.07
Silicona micro emulsión	4.60	40	2.64	0.61	0.61
Humectante	5.10	0.2	0.01	0.00	0.00
				<b>3.18</b>	<b>2.94</b>

Fuente: datos CK. (Elaboración propia)

#### Costo comparativo de prueba de Resinado de tela de algodón.

Para el caso de resinar con resina a base de formaldehido y para poder disminuir la cantidad de formaldehido a concentraciones mínimas de tal modo que cumpla la exigencia de los clientes se tendrá que lavar por agotamiento en la tintorería, a 80°C por 30 minutos en una relación de baño de 1/10. Para esta prueba se toma como volumen 200 litros para el lavado por agotamiento.





Tabla 8

Costo de receta de lavado para disminuir el Formaldehído libre en telas resinadas a BF.

Producto Químico	Costo \$/Kg	Concentración (g/L)	Peso de Producto (Kg)	Costo (BF) \$/Prueba
Dispersante	4.00	2.00	0.40	0.08
Secuestrante	4.50	2.00	0.40	0.09
Costo de lavado				<b>0.17</b>

Fuente: datos CK. Elaboración propia)

Tabla 9

Costo de refuerzo en acabados luego de lavar.

Producto Químico	Costo \$/Kg	Concentración (g/L)	Peso de Producto (Kg)	Costo (BF) \$/Prueba
Ácido Graso	0.80	40	2.16	0.09
Lubricante de Costura	1.90	30	1.62	0.15
Silicona Macro emulsión	6.50	20	1.08	0.35
Silicona Micro emulsión	4.60	20	1.08	0.25
Humectante	5.10	0.2	0.01	0.00
				<b>0.84</b>

Fuente: datos CK. (Elaboración propia)

Tabla 10

Costo total de prueba en planta por 20 Kg de tela algodón.

Tipo de tela	RESINA LIBRE DE FORMALDEHIDO			RESINA A BASE DE FORMALDEHIDO		
	COSTO \$/Prueba (20 Kg)			COSTO \$/Prueba (20 Kg)		
	Pique simple 20/1, 30/1	Interlock 40/1	Jersey 30/1, 40/1	Pique simple 20/1, 30/1	Interlock 40/1	Jersey 30/1, 40/1
Tela cruda	36.00	44.00	40.00	36.00	44.00	40.00
Costo Receta	63.69	63.69	63.69	58.74	58.74	58.74
Costo Proceso	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
<b>Costo total</b>	<b>174.69</b>	<b>182.69</b>	<b>178.69</b>	<b>169.74</b>	<b>177.74</b>	<b>173.74</b>

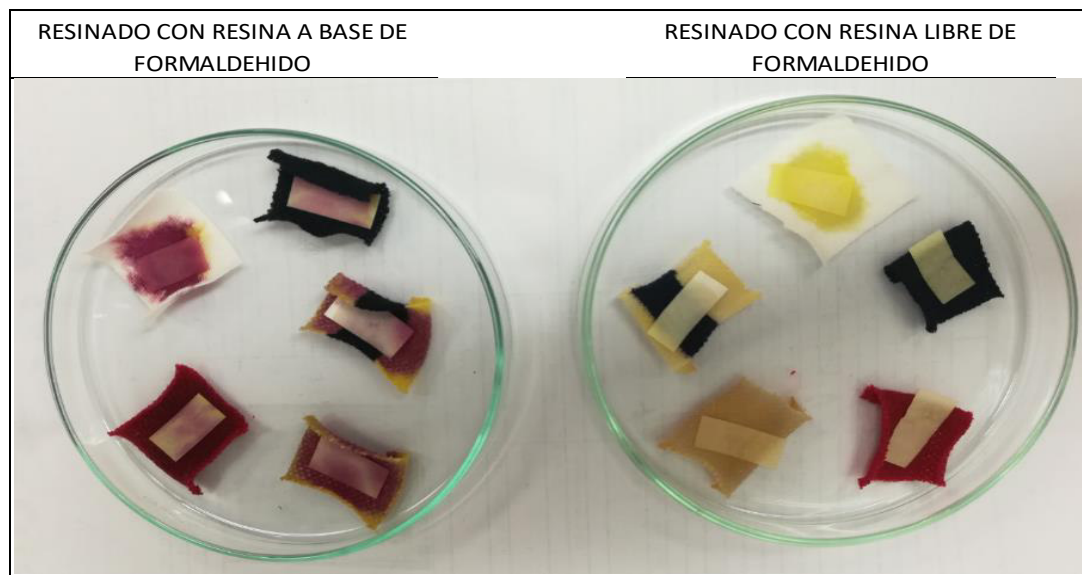


<b>Costo total (promedio)</b>		<b>178.69</b>			<b>173.74</b>	
Costo Receta Adicional (Lavado+Acabado)	0.00	0.00	0.00	20.25	20.25	20.25
Costo Proceso Adicional (Lavado+Acabado)	0.00	0.00	0.00	12.00	12.00	12.00
<b>Costo total LF</b>	<b>174.69</b>	<b>182.69</b>	<b>178.69</b>	<b>201.99</b>	<b>209.99</b>	<b>205.99</b>
<b>Costo total LF (promedio)</b>		<b>179.00</b>			<b>206.00</b>	

Fuente: datos CK. (Elaboración propia)

## 5.2. Análisis Cualitativo de Formaldehído en telas Resinadas.

En la figura 16 se observa el resultado del análisis cualitativo de la presencia o ausencia de formaldehído en telas resinadas, estas pruebas se realizan en el laboratorio de Control de Calidad de C.K., ambas son las mismas telas pero en la izquierda están resinadas con Resina a Base de Formaldehído que luego de 05 segundos de aplicar el indicador este se torna de color rojizo como se ve en los papeles indicadores colocados sobre la muestra de tela, mientras a la derecha están con resinas libres de formaldehído donde se ve que el papel filtro persiste sin coloración.



*Figura 16. Método cualitativo para verificar si hay o no formaldehído libre.*



### 5.3. Análisis Cuantitativo de Formaldehído libre en telas Resinadas.

Para esto se ha tomado data de C.k., cuyos análisis se hacen en laboratorios externos y este emite los reportes respectivos, como se muestra en el anexo 01.

Tabla 11

*Formaldehído libre en las telas Resinadas con Resina a base de Formaldehído.*

<b>Tipo de tela</b>	<b>Color</b>	<b>Lote (Kg)</b>	<b>Formaldehído (ppm)</b>
Jersey listado 24/1	blanc/coccinelle	127	65.70
Jersey listado 24/1	blanc/methylene	230	44.30
Jersey listado 24/1	blanc/moulin	348	55.60
Jersey listado 24/1	blanc/moulin	320	53.30
Jersey listado 24/1	blanc/paquebot	250	51.70
Jersey listado 24/1	methylene / moulin	30	64.90
Jersey listado 24/1	methylene / moulin	31	55.20
Jersey listado 24/1	methylene /calcuta	113	50.00
Jersey listado 24/1	methylene /calcuta	131	51.00
Jersey listado 24/1	methylene/blanc	375	52.20
Jersey listado 24/1	methylene/blanc	156	48.10
Pique listado 20/1	blanc/penombre	287	66.60
Pique listado 20/1	blanc/penombre	444	66.60
Pique simple 20/1	black	314	40.60
Pique simple 20/1	blanc	322	72.60
Pique simple 20/1	ciboulette	241	54.80
Pique simple 20/1	htr nuage chine	134	40.70
Pique simple 20/1	marino	310	42.90
Pique simple 20/1	marino	306	43.60
Pique simple 20/1	naval	384	67.80
Pique simple 20/1	penombre	119	45.30
Pique simple 20/1	plongeon	127	50.20

Fuente de datos CK. (Elaboración propia)

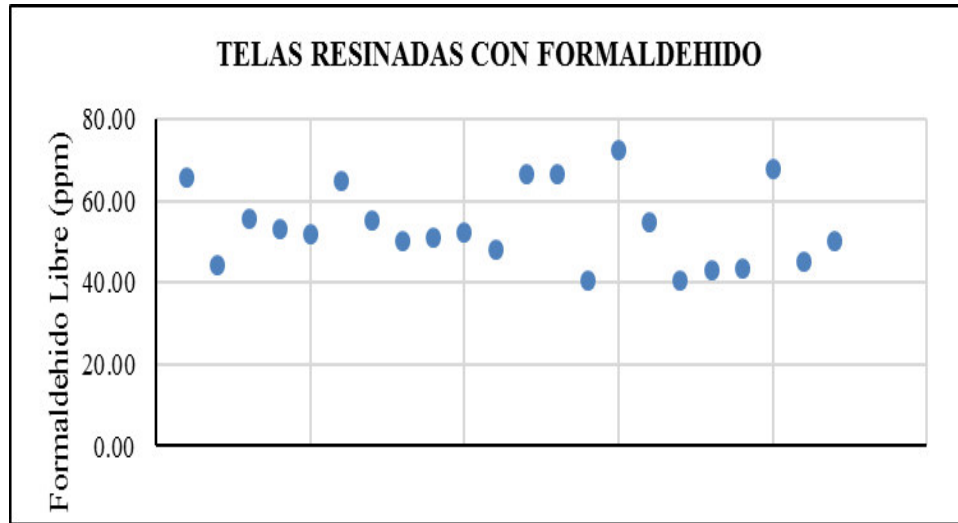


Figura 17. Formaldehido Libre en ppm como resultado del método cuantitativo.

Fuente: datos CK. (Elaboración propia)

Tabla 12

Cantidad de Formaldehido libre en las telas con Resina LF.

Tipo de tela	Color	Kg	Formaldehido (ppm)
Jersey listado 24/1	Blanc/moulin	47	2.35
Pique listado 20/1	Blanc/argent-marine	188	2.70
Pique listado 20/1	Blanc/argent-marine	40	2.70
Pique listado 20/1	Blanc/argent-marine	23	2.70
Pique listado 20/1	Marine/argent cocine	198	2.35
Pique listado 20/1	Marine/argent cocine	20	2.35
Pique listado 20/1	Marine/lu-plon-c	194	2.35
Pique listado 20/1	Marine/lu-plon-c	86	2.35
Pique listado 20/1	Marine/lu-plon-c	24	2.15
Pique simple 20/1	Black	29	2.70
Pique simple 20/1	Black	85	2.15
Pique simple 20/1	Blanc	88	2.60
Pique simple 20/1	Htr nuage chine	25	2.35
Pique simple 20/1	Marino	49	2.60
Pique simple 20/1	Marino	25	2.36
Pique simple 20/1	Marino	76	2.15

Fuente: datos CK. (Elaboración propia)

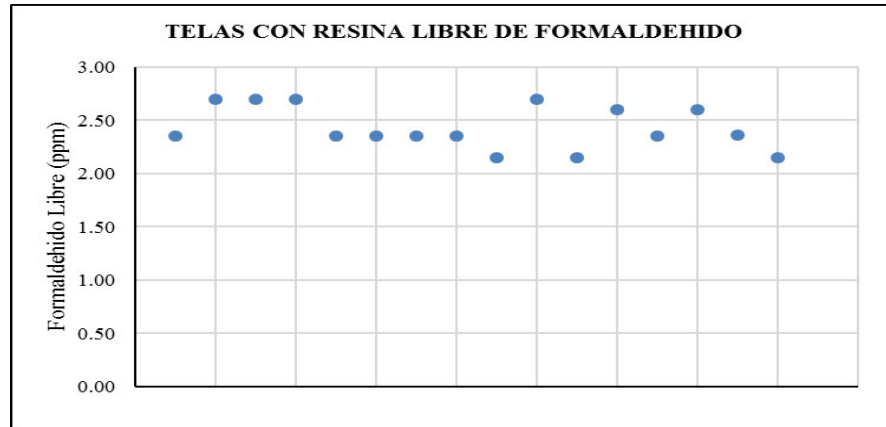


Figura 18. Formaldehído Libre en ppm como resultado del método cuantitativo.

Fuente: datos CK. Elaboración propia)

#### 5.4. Análisis Dimensional ancho, largo, torsión.

Para este análisis se ha tomado los artículos o tipos de tejido que abarca la mayor cantidad de tela resinada en la producción de CK., como se detalla luego.

##### 5.4.1. Pique simple 20/1 100% Cotton.

Se ha tomado data de resultados de lotes trabajados en producción, medidos en porcentajes de encogimientos tanto al ancho, largo y torsión (revirado), desde la primera hasta la tercera lavada que es generalmente como evalúa el cliente.

Tabla 13  
Encogimientos de tela Pique 20/1 sin Resina

ENCOGIMIENTOS DE SECADO SIN PRODUCTOS (%)									
Color	Kg.	Ancho Cero m	Densd Cero g/m <sup>2</sup>	Anc. 1lav Cero	Lar. 1lav Cero	Anc. 3lav Cero	Lar. 3lav Cero	Revd 1lav Cero	Revd 3lav Cero
BLANCO	120	2.08	215	2.40	-14.20	3.00	-18.40	-3.60	-4.80
EDEN	175	2.09	216	1.20	-13.60	1.00	-17.00	-3.20	-5.00

Fuente de datos CK. (Elaboración propia)



Tabla 14  
Encogimientos de Pique 20/1 con Resina a base de Formaldehido.

RESINA A BASE DE FORMALDEHIDO			STD		DATOS RESINADOS																	
			235	210	Encogimientos Tamble Dry (%)									Encogimientos Line Dry (%)								
Prue- ba	Color	Kg	Anch (m)	Dns g/m2	Anc 1lav	Lar. 1lav	Anc 3lav	Lar. 3lav	Rev 1lav	Rev 3lav	Anc Std	Lar Std	Rev Std	Anc. 1lav	Lar. 1lav	Rev 1lav	Anc Std	Lar Std	Lar Std	Rev Std		
P1	Blanco	21	2.29	209	-4.0	-3.6	-4.4	-5.4	-2.2	-2.5	-6	-9	-4	-4.5	1.0	-0.7	-5	-3	3	-3		
P2	Blanco	73	2.33	208	-6.0	-6.2	-6.0	-8.8	-0.9	-1.2	-6	-9	-4	-5.2	1.8	1.5	-5	-3	3	-3		
P3	Blanco	92	2.32	203	-5.0	-7.8	-5.0	-9.8	-0.4	0.9	-6	-9	-4	-5.0	0.2	1.3	-5	-3	3	-3		
P4	Blanco	137	2.35	198	-6.2	-9.8	-6.2	-9.8	-1.0	-1.9	-6	-9	-4	-4.4	3.0	-0.7	-5	-3	3	-3		
P5	Blanco	145	2.35	203	-5.0	-7.0	-5.0	-9.0	-0.3	-0.8	-6	-9	-4	-4.6	1.4	1.5	-5	-3	3	-3		
P6	Eden	133	2.34	209	-4.4	-6.0	-4.4	-7.4	-1.5	-2.8	-6	-9	-4	-2.6	-1.6	-1.5	-5	-3	3	-3		
P7	Eden	225	2.36	205	-4.2	-6.6	-4.8	-9.2	0.0	-0.3	-6	-9	-4	-3.6	-1.8	-1.2	-5	-3	3	-3		
P8	Flotille	23	2.33	206	-4.2	-5.0	-5.0	-7.0	-2.0	-3.8	-6	-9	-4	-3.4	-1.4	-3.0	-5	-3	3	-3		
P9	Platine	308	2.39	211	-4.8	-6.0	-5.8	-7.6	-1.5	-2.7	-6	-9	-4	-4.0	-1.4	-0.3	-5	-3	3	-3		
P10	Plongeon	44	2.35	204	-5.8	-6.6	-5.8	-9.2	0.0	-0.4	-6	-9	-4	-4.6	1.4	1.5	-5	-3	3	-3		
P11	Vaniller	20	2.35	212	-5.0	-5.2	-5.0	-7.0	-0.4	-0.9	-6	-9	-4	-4.5	1.2	-1.2	-5	-3	3	-3		
Promed.					-5.0	-6.3	-5.2	-8.2	-0.9	-1.5						-4.2	0.3	-0.3				

Fuente de datos CK. (Elaboración propia)



Tabla 15  
Encogimientos de Pique 20/1 con Resina libre de Formaldehido.

RESINA LIBRE			STD		DATOS RESINADOS																
FORMALDEHIDO			235	210	Encogimientos Tamble Dry (%)								Encogimientos Line Dry (%)								
Prueba	Color	Kg.	Ancho (m)	Dens g/m2	Anc. 1lav	Lar. 1lav	Anc. 3lav	Lar. 3lav	Rev 1lav	Rev 3lav	Anc Std	Lar Std	Rev Std	Anc. 1lav	Lar. 1lav	Rev 1lav	Anc Std	Lar Std	Lar Std	Rev Std	
P1	Blanco	88	2.33	221	-4.6	-6.0	-5.2	-7.0	-2.7	-3.4	-6	-9	-4	-3.6	-0.8	0.4	-5	-3	3	-3	
P2	Blanco	123	2.36	212	-4.4	-6.0	-5.0	-8.0	-1.0	-1.3	-6	-9	-4	-5.2	-0.2	-1.5	-5	-3	3	-3	
P3	Blanco	316	2.36	2313	-5.0	-6.0	-5.6	-8.2	-1.5	-1.9	-6	-9	-4	-3.8	-0.4	0.9	-5	-3	3	-3	
P4	Blanco	322	2.33	206	-5.2	-5.8	-5.6	-8.0	-2.8	-3.0	-6	-9	-4	-5.2	-2.4	-2.1	-5	-3	3	-3	
P5	Eden	175	2.34	205	-5.4	-5.2	-6.0	-7.8	-0.7	-1.3	-6	-9	-4	-4.0	-1.0	1.0	-5	-3	3	-3	
P6	Flotille	20	2.32	212	-5.0	-4.4	-5.2	-6.6	-1.8	-3.0	-6	-9	-4	-4.8	0.8	-1.0	-5	-3	3	-3	
P7	Eden	85	2.30	218	-5.0	-4.4	-5.0	-5.2	-2.2	-1.9	-6	-9	-4	-4.6	0.4	-1.2	-5	-3	3	-3	
P8	Naval	384	2.36	211	-5.4	-6.8	-6.4	-8.8	-1.5	-1.6	-6	-9	-4	-4.4	-0.8	0.4	-5	-3	3	-3	
P9	Platine	102	2.37	205	-4.8	6.2	-5.6	-8.2	-1.2	-0.7	-6	-9	-4	-5.2	0.4	1.6	-5	-3	3	-3	
P10	Plongeon	127	2.36	215	-4.5	-5.6	-5.6	-7.4	-1.8	-1.5	-6	-9	-4	-5.0	-1.6	0.7	-5	-3	3	-3	
P11	Vaniller	20	2.32	211	-5.6	-6.0	-5.6	-8.0	-0.3	-0.6	-6	-9	-4	-5.0	-1.2	0.4	-5	-3	3	-3	
P12	Vaniller	69	2.31	205	-3.6	-5.6	-4.3	-8.0	-1.8	-2.2	-6	-9	-4	-3.0	-1.0	-0.8	-5	-3	3	-3	
Promedio							-4.9	-4.6	-5.4	-7.6	-1.6	-1.9			-4.5	-0.7	-0.1				

Fuente: datos CK. (Elaboración propia)

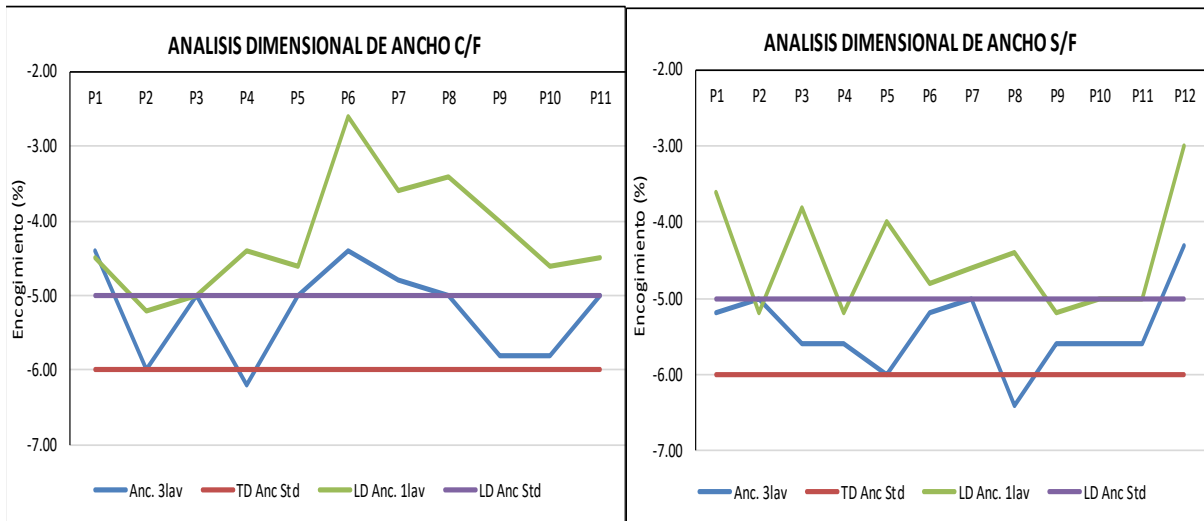


Figura 19. Comparativo de estabilidad dimensional a lo ancho de Pique 20/1 Resinado con y sin Formaldehído.  
Fuente: datos CK. Elaboración propia)

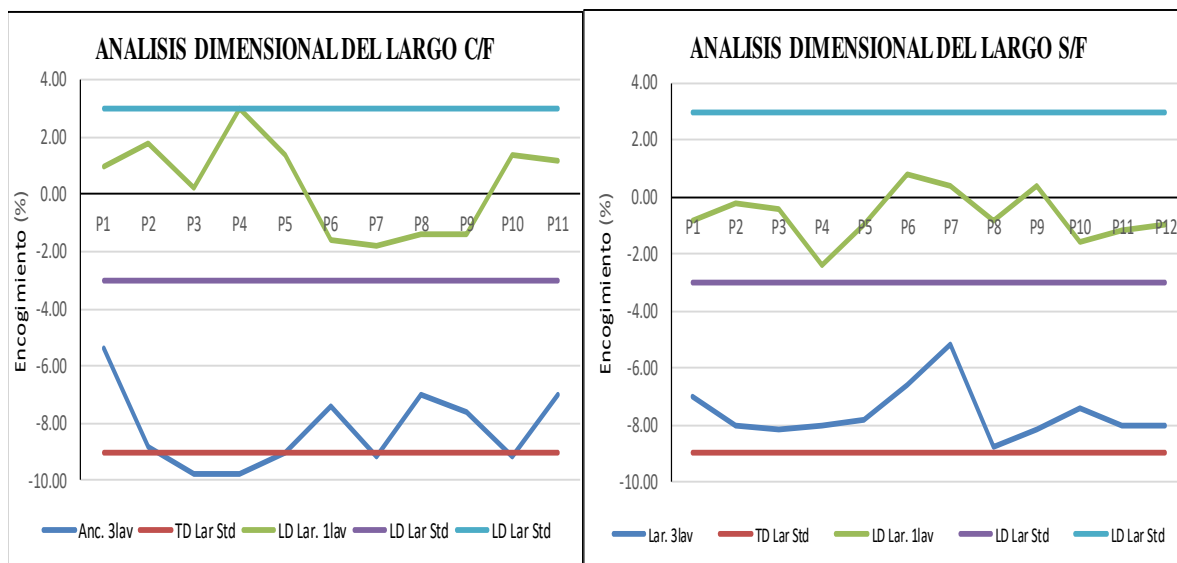
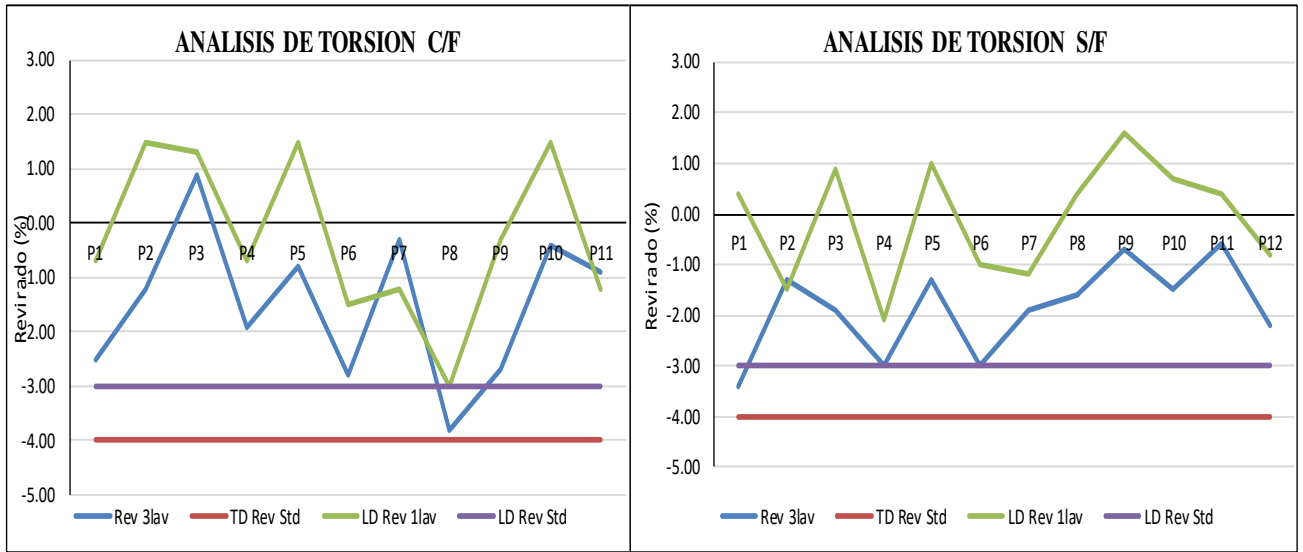


Figura 20. Comparativo de estabilidad dimensional a lo largo de Pique 20/1 Resinado con y sin Formaldehído.  
Fuente: datos CK. Elaboración propia.





**Figura 21.** Comparativo de estabilidad a la torsión de Pique 20/1 Resinado con y sin Formaldehído.

Fuente: datos CK. Elaboración propia.

**5.4.2. Pique simple 50/2 100% cotton.**

Se ha tomado data de resultados de lotes trabajados de porcentajes de encogimientos tanto al ancho, largo y torsión (revirado), desde la primera hasta la tercera lavada que es generalmente como requiere el cliente.

Tabla 16  
Encogimientos de Pique 50/2 sin Resina

ENCOGIMIENTOS DE SECADO SIN PRODUCTOS (%)									
Color	Kg. Asig.	Ancho m	Dens g/m2	Anc. 1lav	Lar. 1lav	Anc. 3lav	Lar. 3lav	Rev 1lav	Rev 3lav
BORDEAUX / FARINE	120	2.08	240	2.00	11.20	2.60	15.40	2.40	-4.80
MARINE/FARINE	98	2.06	243	1.50	10.80	1.80	15.00	2.20	4.00

Fuente de datos CK. (Elaboración propia)



Tabla 17  
Encogimientos de Pique 50/2 con Resina a base de Formaldehido

RESINA A BASE DE FORMALDEHIDO			STD		DATOS RESINADOS															
Pru eba	Color	Kg.	2.3	230	Encogimientos Tamble Dry (%)								Encogimientos Line Dry (%)							
			Anch (m)	Dnsd g/m2	Anc. 1lav	Lar. 1lav	Anc. 3lav	Lar. 3lav	Rev 1lav	Rev 3lav	TD Anc Std	TD Lar Std	TD Rev Std	LD Anc. 1lav	LD Lar. 1lav	LD Rev 1lav	LD Anc Std	LD Lar Std	LD Lar Std	LD Rev Std
P1	BLANC/ARGEN T-MARINE	39.7	2.23	232	-4.8	-4.0	-5.4	-6.0	-1.5	-3.2	-6	-7	-3	-4.4	-1.8	-1.2	-5	-3	3	-3
P2	BLANC/ARGEN T-MARINE	42.9	2.23	230	-3.0	-5.0	-3.0	-7.0	-1.5	-2.6	-6	-7	-3	-3.0	-1.0	-0.2	-5	-3	3	-3
P3	BLANC/ARGEN T-MARINE	188.5	2.23	232	-4.8	-4.0	-5.4	-6.0	-1.5	-3.2	-6	-7	-3	-4.4	-1.8	-1.2	-5	-3	3	-3
P4	FUSION/BLANC- FLIBUST	31.5	2.24	226	-3.8	-4.8	-4.2	-6.6	-0.3	-2.0	-6	-7	-3	-3.2	-2.0	-0.6	-5	-3	3	-3
P5	FUSION/BLANC- FLIBUST	86.4	2.24	222	-5.0	-5.0	-5.0	-6.2	-1.2	-3.6	-6	-7	-3	-5.0	-1.6	-0.8	-5	-3	3	-3
P6	MARINE/LUMIN I-PLO-CO	34.4	2.23	224	-4.4	-4.8	-5.2	-5.2	-0.7	-1.8	-6	-7	-3	-4.0	-1.2	-0.4	-5	-3	3	-3
P7	MARINE/LU- PLON-C	26.1	2.18	231	-4.0	-4.2	-5.0	-6.0	-2.2	-3.8	-6	-7	-3	-5.0	-1.0	-0.6	-5	-3	3	-3
P8	MARINE/LU- PLON-C	36.5	2.24	234	-3.6	-4.6	-4.4	-7.2	-0.7	-1.0	-6	-7	-3	-4.0	-2.2	-0.7	-5	-3	3	-3
P9	MARINE/LU- PLON-C	193.6	2.24	227	-4.2	-4.8	-5.0	-5.2	-1.4	-1.3	-6	-7	-3	-4.0	-0.8	-0.6	-5	-3	3	-3
P1 0	MARINE/LU- PLON-C	202.3	2.24	234	-3.6	-4.6	-4.4	-7.2	-0.7	-1.0	-6	-7	-3	-4.0	-2.6	-0.7	-5	-3	3	-3
PROMEDIO					-4.1	-4.6	-4.7	-6.3	-1.2	-2.4				-4.1	-1.6	-0.7				

Fuente: datos CK. (Elaboración propia)



Tabla 18  
Encogimientos de Pique 50/2 con Resina a base de Formaldehido.

RESINA LIBRE DE FORMALDEHIDO			STD		DATOS RESINADOS															
			2.3	230	Encogimientos Tample Dry (%)								Encogimientos Line Dry (%)							
Prueba	Color	Kg.	Ancho (m)	Dnsd g/m <sup>2</sup>	Anc. 1lav	Lar. 1lav	Anc 3lav	Lar. 3lav	Rev 1lav	Rev 3lav	Anc Std	Lar Std	Rev Std	Anc 1lav	Lar. 1lav	Rev 1lav	Anc Std	Lar Std	Lar Std	Rev Std
P1	BLA/LIB-MAR	24.3	2.26	220	-3.8	-5.8	-4.6	-7.3	-1.0	-1.5	-6	-7	-3	-4.4	-0.9	-0.9	-5	-3	3	-3
P2	BLA/LIB-MAR	25.3	2.26	217	-4.4	-6.4	-5.0	-7.0	-1.2	-1.6	-6	-7	-3	-4.2	-1.0	-0.4	-5	-3	3	-3
P3	BLA/LIB-MAR	101.4	2.26	217	-4.4	-5.0	-4.8	-7.2	-0.9	-1.2	-6	-7	-3	-4.4	-0.4	-0.9	-5	-3	3	-3
P4	BLA/LIB-MAR	178.0	2.26	217	-4.4	-5.6	-5.0	-7.0	-1.2	-1.6	-6	-7	-3	-4.2	-1.0	-0.4	-5	-3	3	-3
P5	FUSI/BLANC-FL	202.1	2.28	220	-5.8	-5.0	-5.8	-7.4	-1.9	-3.0	-6	-7	-3	-5.0	-1.6	-0.3	-5	-3	3	-3
P6	MARI/BLAN/KAY	69.4	2.23	221	-5.0	-4.4	-5.2	-7.6	-0.3	-2.0	-6	-7	-3	-4.6	-0.8	-0.8	-5	-3	3	-3
P7	BLAN/MARIT/SOU	44.0	2.25	221	-4.6	-5.0	-5.6	-7.4	-1.2	-1.8	-6	-7	-3	-4.4	-4.0	-0.6	-5	-3	3	-3
P8	BLAN/MARIT/SOU	51.8	2.25	221	-4.6	-5.0	-5.6	-7.6	-1.2	-1.8	-6	-7	-3	-4.4	-4.0	-1.0	-5	-3	3	-3
P9	PLU/BLN/PHR/ACN	27.2	2.23	229	-4.2	-5.4	-5.0	-7.2	-1.2	-2.0	-6	-7	-3	-4.0	-1.8	-0.4	-5	-3	3	-3
P10	MARN/LU-PLN-C	207.9	2.26	217	-4.8	-5.6	-5.2	-7.0	-1.2	-1.6	-6	-7	-3	-4.2	-1.0	-1.2	-5	-3	3	-3
PROMEDIO					-4.6	-5.3	-5.2	-7.3	-1.1	-1.8				-4.4	-1.7	-0.7				

Fuente: datos CK. (Elaboración propia)

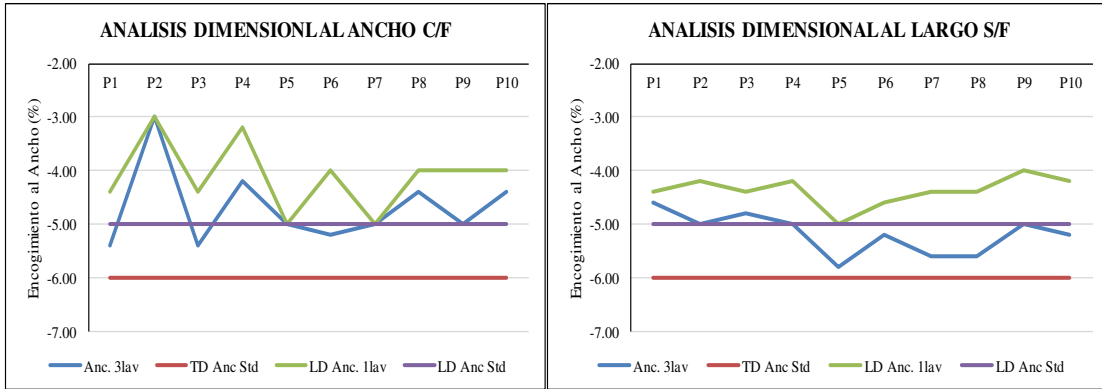


Figura 22 Comparativo de estabilidad dimensional a lo ancho de Pique 50/2 Resinado con y sin Formaldehído. Fuente: datos CK. (Elaboración propia)

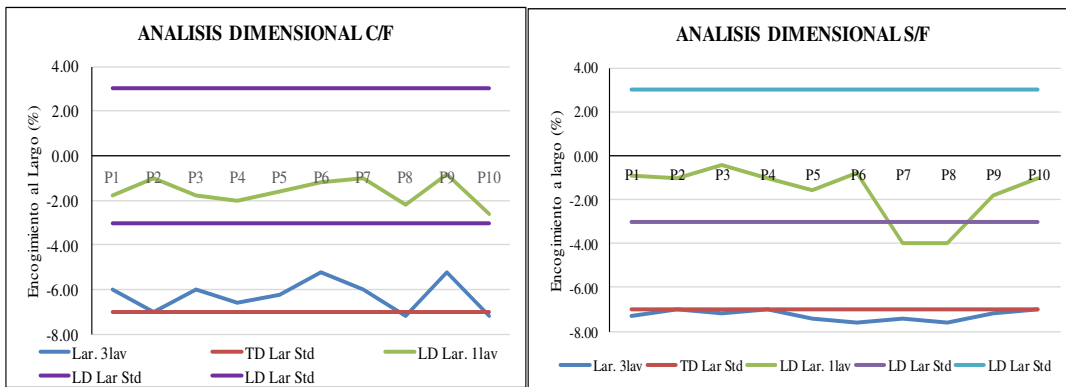


Figura 23 Comparativo de estabilidad dimensional a lo largo de Pique 50/2 Resinado con y sin Formaldehído. Fuente: datos CK. (Elaboración propia)

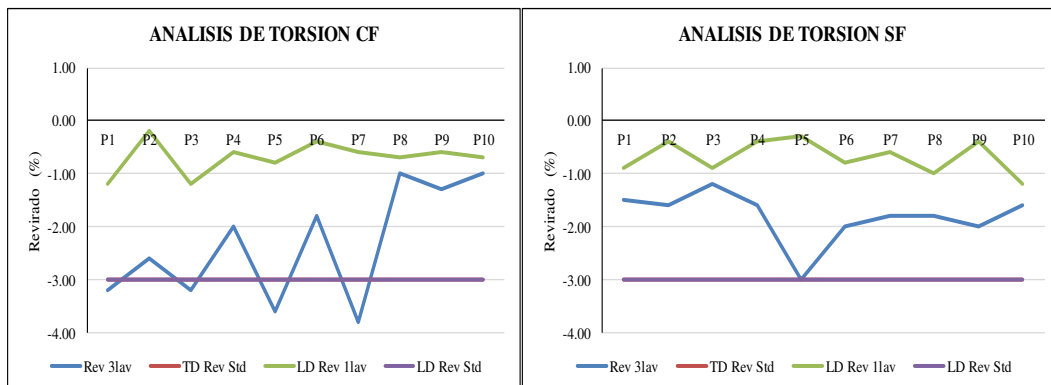


Figura 24 Comparativo de estabilidad a la torsión de Pique 50/2 Resinado con y sin Formaldehído. Fuente: datos CK. (Elaboración propia)



**5.4.3. Jersey Listado 24/1 100% Cotton.**

Se ha tomado data de resultados de lotes trabajados en porcentajes de encogimientos tanto al ancho, largo y torsión (revirado), desde la primera hasta la tercera lavada que es generalmente como requiere el cliente.



**Figura 25** Tela Resinada para mejorar la apariencia, hasta pilling grado 4 (Método Rating D3512-96).  
Fuente: datos CK. (Elaboración propia)

Tabla 19  
*Encogimientos de Jersey 24/1 sin Resina, solo secado.*

ENCOGIMIENTOS DE SECADO SIN PRODUCTOS (%)									
Color	Kg. Asig.	Ancho Cm	Dens g/m <sup>2</sup>	Anc. 1lav Cero	Lar. 1lav Cero	Anc. 3lav Cero	Lar. 3lav Cero	Rev 1lav Cero	Rev 3lav Cero
BORDEAUX / FARINE	120	171	158	-4.60	-8.20	-5.00	-10.00	-3.40	-6.10
MARINE/FARINE	98	170	155	-5.00	-8.00	-5.40	-10.20	-3.20	-6.00

Fuente: datos CK. (Elaboración propia)



Tabla 20  
Encogimientos de Jersey 24/1 con Resina a base de Formaldehido.

RESINA A BASE DE FORMALDEHIDO			STD		DATOS RESINADOS																
			1.72	165	Encogimientos Tumble Dry (%)									Encogimientos Line Dry (%)							"
Prueba	Color	Kg.	Ancho (m)	Densd (g/M2)	Anc. 1lav	Lar. 1lav	Anc. 3lav	Lar. 3lav	Rev 1lav	Rev 3lav	TD Anc Std	TD Lar Std	TD Rev Std	Anc. 1lav	Lar. 1lav	Rev 1lav	Anc Std	Lar Std	Lar Std	Rev Std	Incl ncn
P1	Bordeaux /Farine	41	1.73	171	-4.2	-4.2	-4.4	-4.8	-1.5	-2.4	-6	-7	-4	-3.6	0.0	-0.7	-5	-2	2	-3	10
P2	Bordeaux /Farine	149	1.73	171	-5.0	-2.0	-5.4	-3.4	0.0	-1.5	-6	-7	-4	-4.2	1.8	0.0	-5	-2	2	-3	11
P3	Marine/Farin	50	1.74	168	-4.4	-2.8	-5.2	-4.6	-2.7	-2.7	-6	-7	-4	-3.6	-1.0	-0.6	-5	-2	2	-3	10
P4	Marine/Farin	137	1.75	170	-4.0	-4.0	-4.4	-4.4	-0.6	-1.8	-6	-7	-4	-3.0	-1.4	-1.8	-5	-2	2	-3	11
P5	Marine/Farin	198	1.74	168	-4.4	-2.8	-5.2	-4.6	-2.7	-2.7	-6	-7	-4	-3.6	-1.0	-0.6	-5	-2	2	-3	10
P6	Methyl/Blanc	20	1.73	165	-5.8	-4.8	-5.8	-6.0	-2.5	-4.0	-6	-7	-4	-4.8	0.0	-2.0	-5	-2	2	-3	8
P7	Methyl/Blanc	92	1.75	170	-4.0	-4.0	-4.4	-4.4	-0.6	-1.8	-6	-7	-4	-3.0	-1.4	-1.8	-5	-2	2	-3	11
P8	Tokyo/Farine	20	1.73	170	-5.0	-2.4	-5.2	-4.4	2.2	-1.0	-6	-7	-4	-4.6	0.0	0.0	-5	-2	2	-3	18
P9	Tokyo/Farine	25	1.73	169	-3.0	-2.4	-5.2	-3.6	-1.2	-1.5	-6	-7	-4	-4.8	0.6	-1.2	-5	-2	2	-3	10
P10	Tokyo/Farine	126	1.74	164	-5.0	-2.6	-5.6	-4.0	-1.0	-2.1	-6	-7	-4	-4.8	1.8	-0.6	-5	-2	2	-3	10
Promedio							-4.5	-3.2	-5.1	-4.4	-1.1	-2.2			-4.0	-0.1	-0.9				

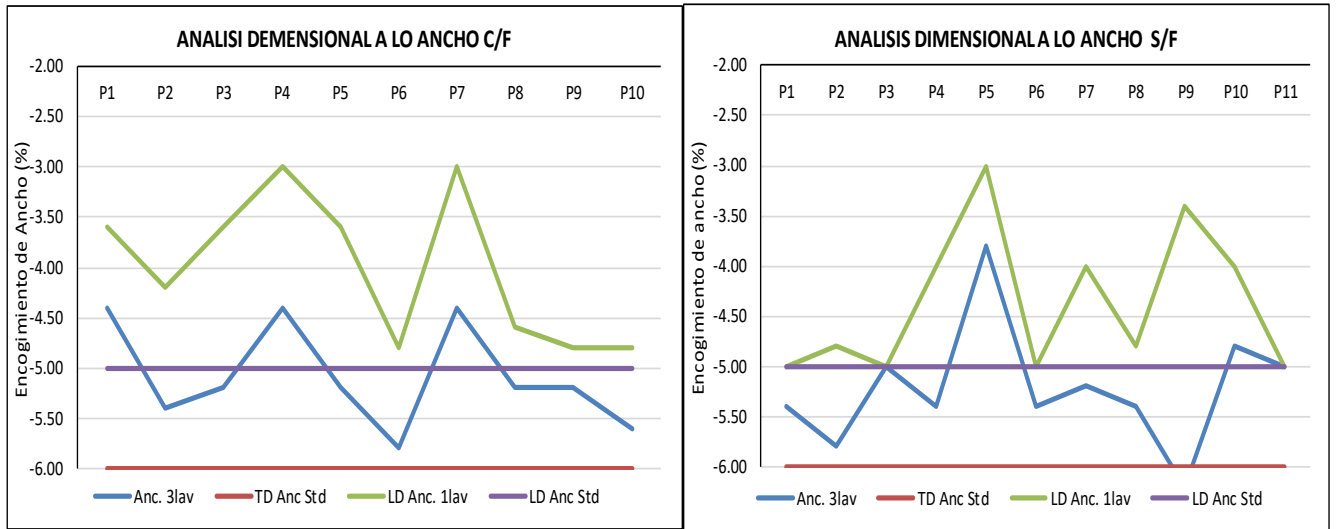
Fuente datos CK. Elaboración propia)



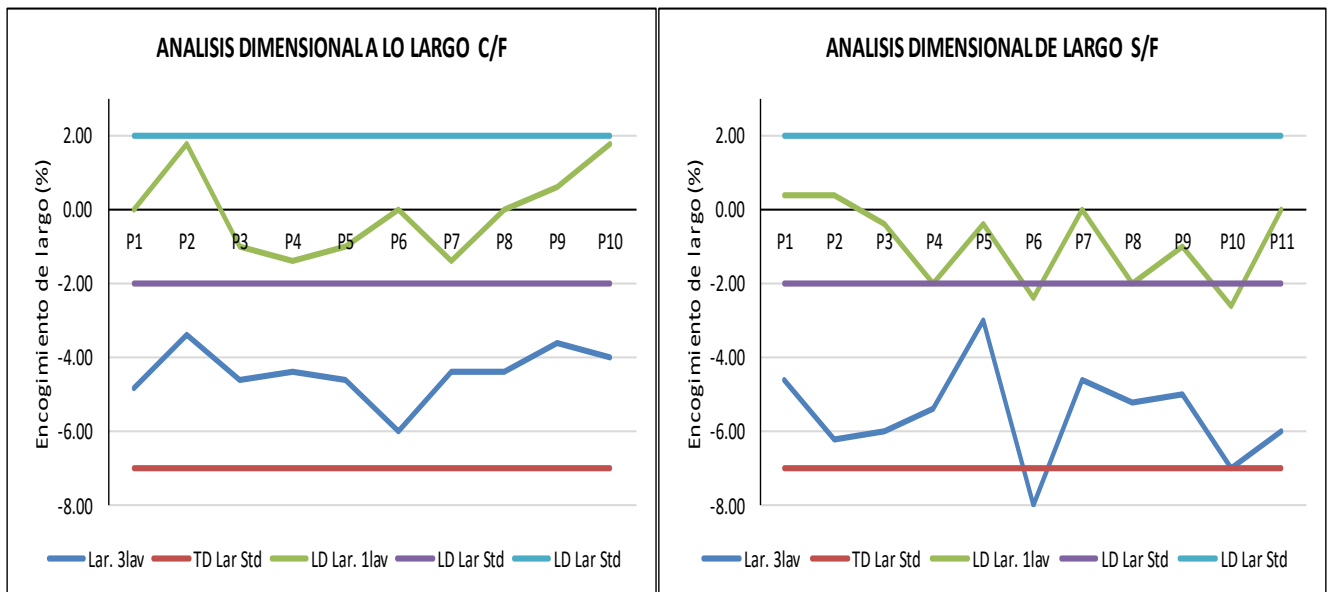
Tabla 21  
Encogimientos de Jersey 24/1 con Resina Libre de Formaldehido.

RESINA LIBRE DE FORMALDEHIDO			STD		DATOS RESINADOS																"
Pru eba	Color	Kg	1.72	165	Encogimientos Tample Dry (%)						Encogimientos Line Dry (%)										
			Anch (m)	Dnsd g/m2	Anc. 1lav	Lar. 1lav	Anc. 3lav	Lar. 3lav	Rev 1lav	Rev 3lav	TD Anc Std	TD Lar Std	TD Rev Std	LD Anc. 1lav	LD Lar. 1lav	LD Rev 1lav	LD Anc Std	LD Lar Std	LD Lar Std	LD Rev Std	LD Rev Std
P1	Blanc/Mari ne	137	1.71	158	-5.2	-4.4	-5.4	-4.6	-1.0	-2.6	-6	-7	-4	-5.0	0.4	-1.0	-5	-2	2	-3	11
P2	Blanc/Mari ne	138	1.71	162	-5.4	-4.0	-5.8	-6.2	-1.9	-2.9	-6	-7	-4	-4.8	0.4	-0.2	-5	-2	2	-3	14
P3	Blanc/Cocc inelle	30	1.72	167	-5.0	-4.0	-5.0	-6.0	-3.0	-3.6	-6	-7	-4	-5.0	-0.4	-1.0	-5	-2	2	-3	13
P4	Blanc/Met hyl	31	1.73	165	-5.2	-3.8	-5.4	-5.4	-4.0	-5.0	-6	-7	-4	-4.0	-2.0	-1.0	-5	-2	2	-3	13
P5	Blanc/Mou lin	34	1.73	160	-3.8	-2.0	-3.8	-3.0	-1.5	-2.5	-6	-7	-4	-3.0	-0.4	-1.6	-5	-2	2	-3	13
P6	Blanc/Mou lin	60	1.71	162	-4.6	-6.0	-5.4	-8.0	-2.5	-3.9	-6	-7	-4	-5.0	-2.4	-2.0	-5	-2	2	-3	12
P7	Blanc/Paqu ebot	20	1.73	164	-4.0	-4.0	-5.2	-4.6	-3.3	-4.5	-6	-7	-4	-4.0	0.0	-1.5	-5	-2	2	-3	15
P8	Blanc/Paqu ebot	50	1.71	165	-5.0	-4.4	-5.4	-5.2	-3.0	-5.2	-6	-7	-4	-4.8	-2.0	-1.5	-5	-2	2	-3	13
P9	Marino/Bla nc	121	1.73	166	-5.6	-4.0	-6.2	-5.0	-1.8	-2.7	-6	-7	-4	-3.4	-1.0	-1.9	-5	-2	2	-3	15
P10	Methyl/Bla nc	40	1.71	164	-4.2	-5.4	-4.8	-7.0	-2.1	-2.7	-6	-7	-4	-4.0	-2.6	-1.0	-5	-2	2	-3	11
P11	Methyl/Bla nc	40	1.72	167	-5.0	-4.0	-5.0	-6.0	-3.0	-3.6	-6	-7	-4	-5.0	0.0	-0.7	-5	-2	2	-3	13
Promedio							-4.8	-4.2	-5.2	-5.5	-2.5	-3.6		-4.4	-0.9	-1.2					

Fuente datos CK. (Elaboración propia)

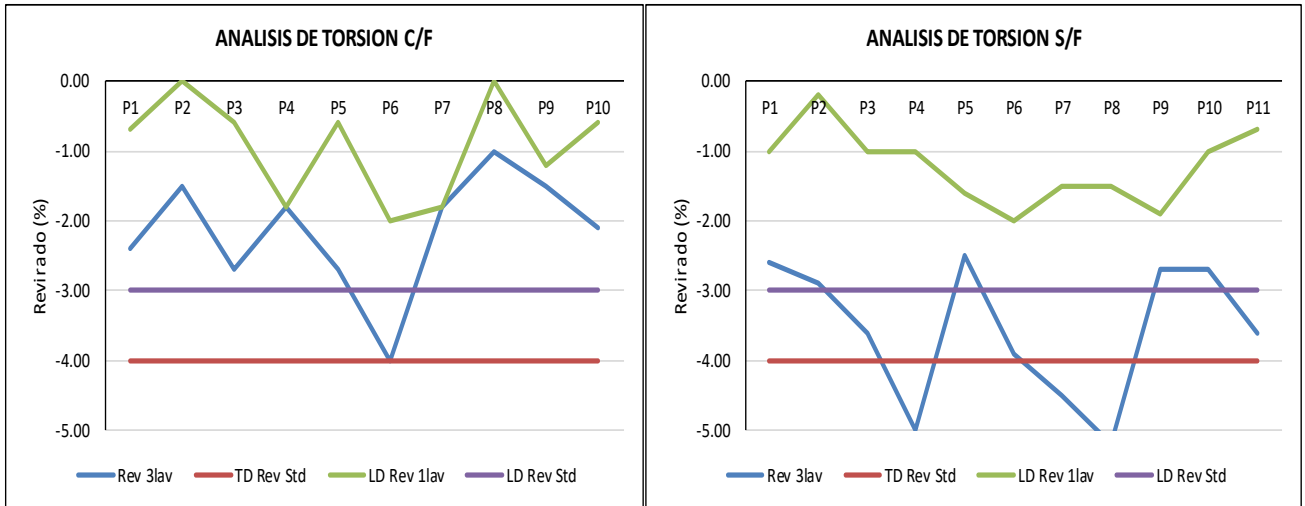


**Figura 26** Comparativo de estabilidad dimensional a lo ancho de Jersey 24/1 Resinado con y sin Formaldehído  
Fuente: datos CK. (Elaboración propia)



**Figura 27.** Comparativo de estabilidad dimensional a lo largo de jersey 24/1 Resinado con y sin Formaldehído.  
Fuente: datos CK. (Elaboración propia)





**Figura 28.** Comparativo de torsión de jersey 24/1 Resinado con y sin Formaldehído.  
Fuente: datos CK. (Elaboración propia)

**5.4.4. Interlock 50/1 100% Cotton.**

Tabla 22  
*Encogimientos de Interlock 50/1 sin Resina, solo secado*

ENCOGIMIENTOS DE SECADO SIN PRODUCTOS (%)										
Color	Kg.	Ancho m	Dens g/m <sup>2</sup>	Anc. 1lav Cero	Lar. 1lav Cero	Anc. 3lav Cero	Lar. 3lav Cero	Rev 1lav Cero	Rev 3lav Cero	Resistencia Cero (Psi)
Coral	25	1.41	174	0.20	-9.80	0.20	-13.20	0.40	0.60	82.48
White	25	1.70	155	0.40	-10.00	0.20	14.20	-1.00	0.40	83.67
Promedio										83.08

Fuente: datos CK. (Elaboración propia)



Tabla 23  
Encogimientos de Interlock 50/1 con Resina a base de Formaldehido.

RESINA A BASE DE FORMALDEHIDO			STD		DATOS RESINADOS											
			1.47	180	Encogimientos Tangle Dry (%)											
Prueba	Color	Kg.	Ancho (m)	Densd (g/M2)	Anc. 1lav	Lar. 1lav	Anc. 3lav (BF)	Lar. 3lav (BF)	Rev 1lav	Rev 3lav (BF)	Resistencia (BF) (Psi)	TD Anc Std	TD Lar Std	TD Rev Std	Perdida de Resistencia (BF)	
P1	Aquarius	20.00	1.48	183.00	-6.40	-3.60	-6.80	-5.80	0.00	-0.20	63.04	-7.00	-7.00	-3.00	24.12%	
P2	Key green	20.00	1.42	182.00	-5.00	-4.20	-5.60	-6.20	0.00	-0.60	60.67	-7.00	-7.00	-3.00	26.97%	
P3	Dk coral	147.25	1.44	178.00	-4.00	-5.00	-5.00	-7.00	0.40	-1.50	61.00	-7.00	-7.00	-3.00	26.57%	
P4	Icy	183.54	1.42	173.00	-6.60	-4.80	-6.80	-6.40	0.70	-0.30	61.43	-7.00	-7.00	-3.00	26.05%	
P5	White	112.60	1.46	176.00	-6.00	-4.20	-6.20	-6.00	0.00	-0.20	62.84	-7.00	-7.00	-3.00	24.36%	
P6	White	220.00	1.47	182.00	-5.40	-4.00	-5.40	-5.80	0.70	0.00	62.00	-7.00	-7.00	-3.00	25.37%	
Promedio							-5.57	-4.30	-5.97	-6.20	0.30	-0.47	61.83			25.57%

Fuente: datos CK. Elaboración propia)



Tabla 24  
Encogimientos de Interlock 50/1 con Resina Libre de Formaldehido.

RESINA LIBRE DE FORMALDEHIDO			STD		DATOS RESINADOS										
			1.47	180	Encogimientos Tangle Dry (%)										
Prueba	Color	Kg.	Ancho (m)	Densd (g/m <sup>2</sup> )	Anc. 1lav	Lar. 1lav	Anc. 3lav (LF)	Lar. 3lav (LF)	Rev 1lav	Rev 3lav (LF)	Resistencia LF. (Psi)	TD Anc Std	TD Lar Std	TD Rev Std	Perdida de Resistencia (LF)
P1	White	25.05	1.43	174.00	-6.40	-3.60	-6.80	-5.00	-1.00	-0.40	67.76	-7.00	-7.00	0.00	18.44%
P2	White	92.86	1.45	184.00	-6.20	-4.00	-6.20	-5.40	0.00	-1.00	68.52	-7.00	-7.00	0.00	17.52%
P3	White	88.95	1.43	174.00	-6.00	-3.60	-6.00	-4.80	-1.00	-0.40	67.38	-7.00	-7.00	0.00	18.89%
P4	White	110.00	1.45	182.00	-6.80	-3.80	-6.80	-5.40	-0.60	-0.60	67.19	-7.00	-7.00	0.00	19.12%
Promedio					-6.35	-3.75	-6.45	-5.15	-0.65	-0.60	67.71				18.49%

Fuente: datos CK. Elaboración propia)

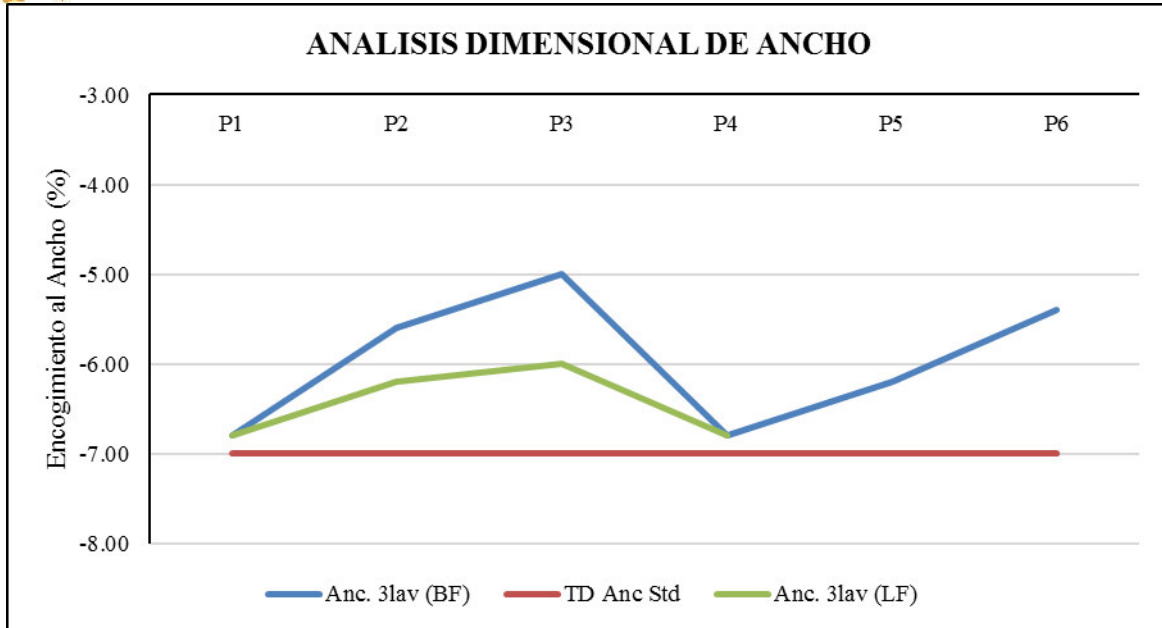


Figura 29. Comparativo de estabilidad dimensional a lo ancho en Interlock 50/1 Resinado con y sin Formaldehído. Fuente: datos CK. (Elaboración propia)

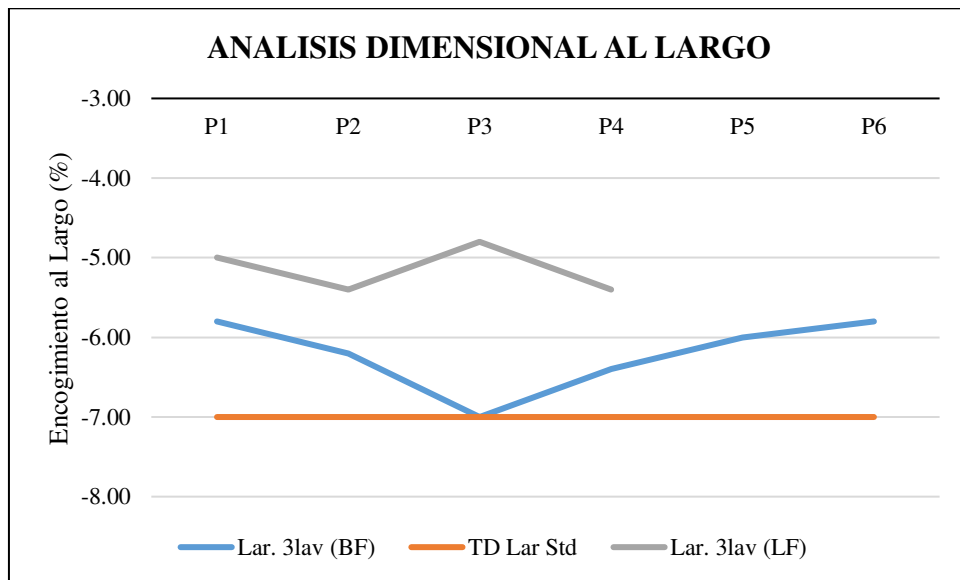


Figura 30. Comparativo de estabilidad dimensional a lo largo en Interlock 50/1 Resinado con y sin Formaldehído. Fuente datos CK. (Elaboración propia)

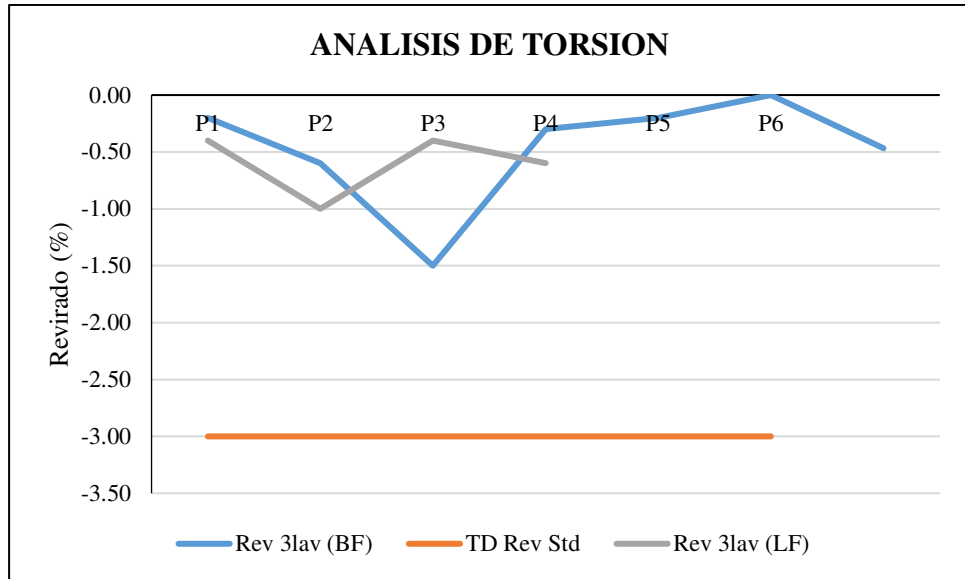


Figura 31. Comparativo de estabilidad a la torsión de Interlock 50/1 Resinado con y sin Formaldehído. Fuente: datos CK. (Elaboración propia)

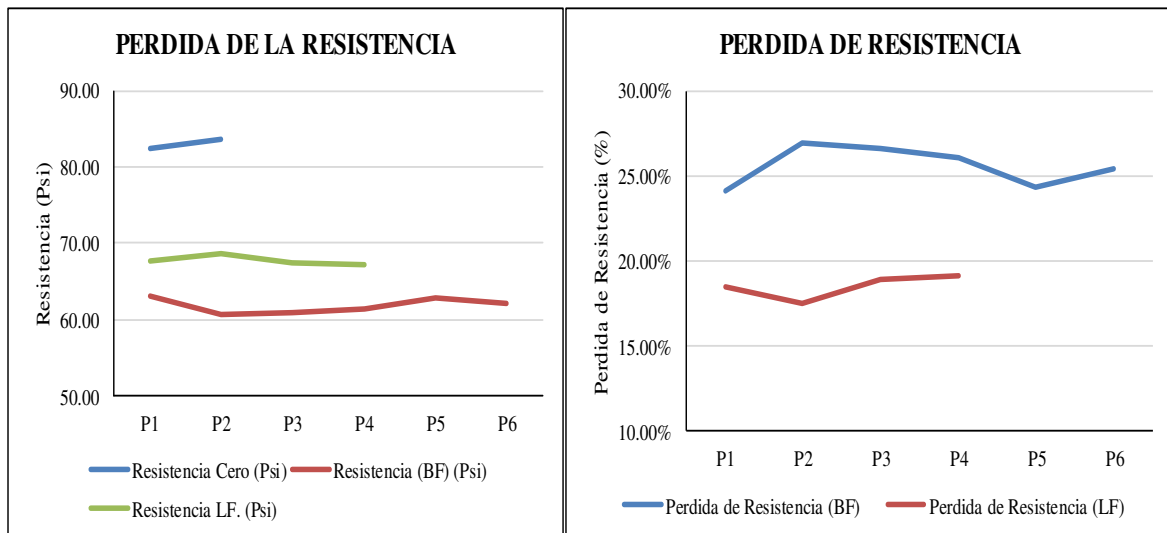


Figura 32. Análisis de pérdida de resistencia en Interlock 50/1 Resinado con y sin Formaldehído. Fuente: datos CK. (Elaboración propia)

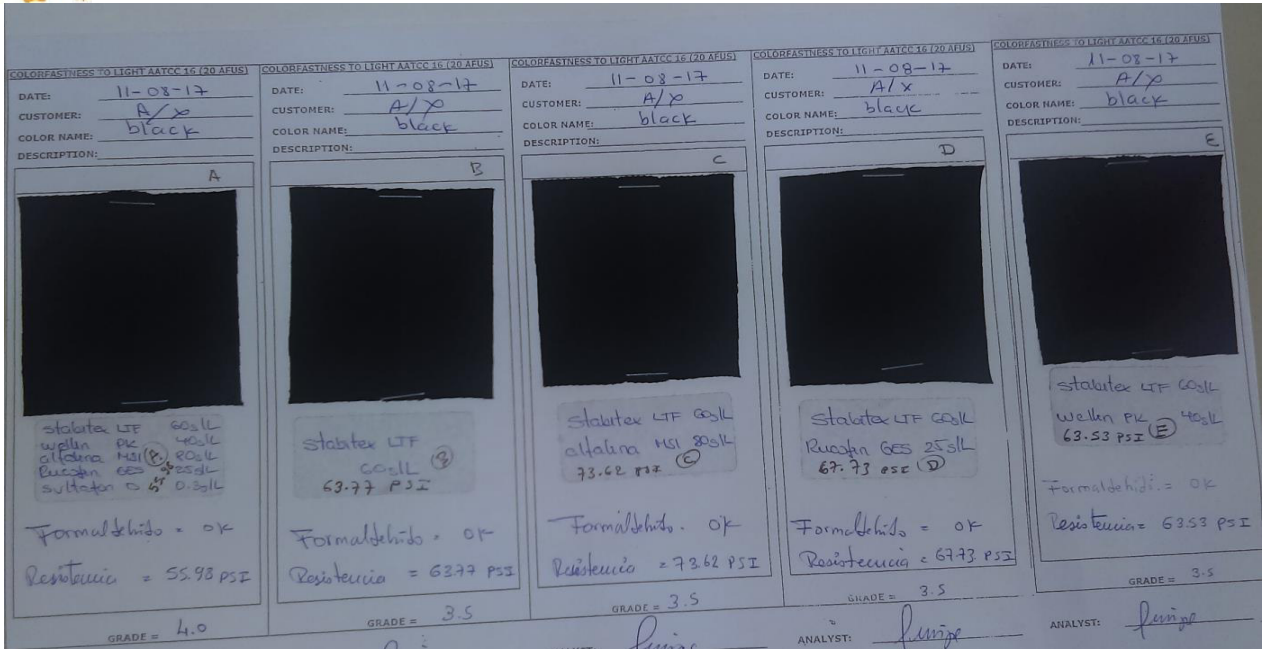


Figura 33. Perdida resistencia con Resina LF y diferentes suavizantes.  
Fuente: datos CK. (Elaboración propia)

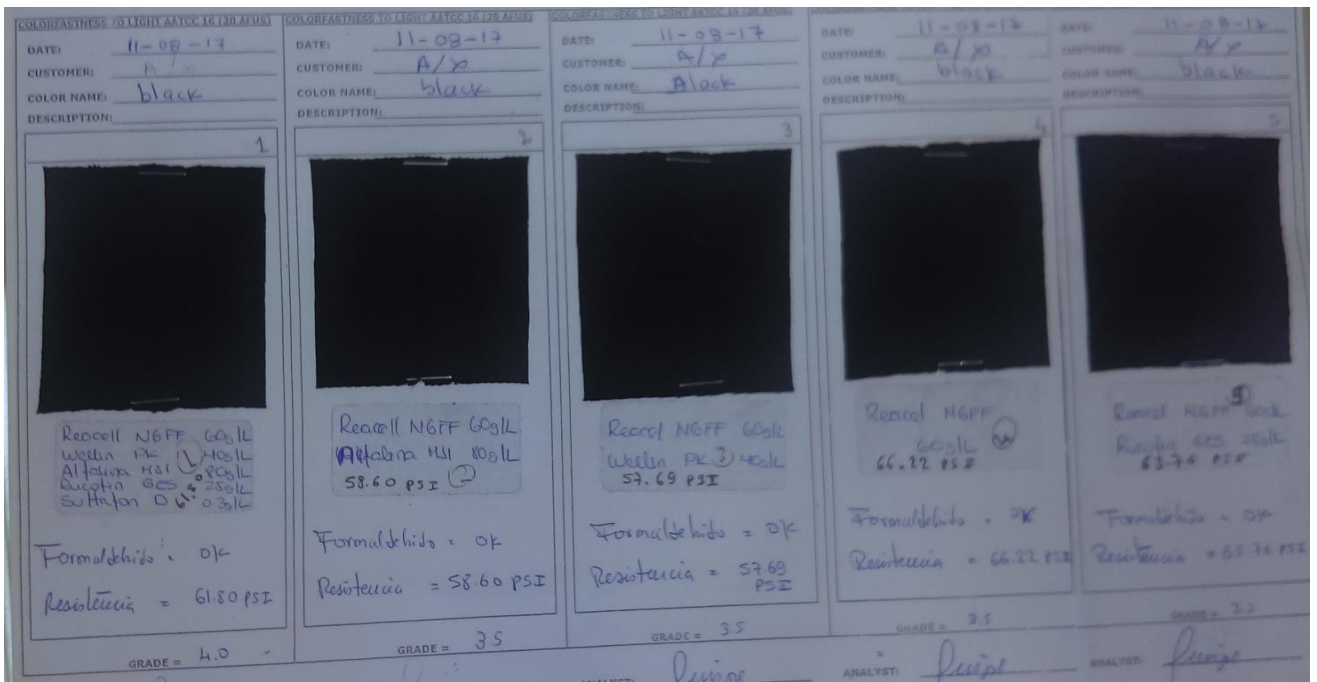


Figura 34. Perdida resistencia con Resina LF y diferentes suavizantes.  
Fuente: datos CK. Elaboración propia)



## VI. DESCUSION DE RESULTADOS.

Al hacer un primer análisis comparativo de costos de recetas entre los procesos resinado actual (a base de formaldehído BF) y el resinado libre de formaldehído (LF), tabla 07, se observa que este pasaría de 2.94 \$/Kg (BF) a 3.18 \$/Kg (LF) es decir se incrementará en un 8% más, por lo que de un análisis ligero se puede decir que no conviene este cambio, pero este primer incremento estaría justificado ya que para poder seguir en el mercado se debe de certificar y las normas ISO referente al formaldehído libre exigen que las prendas tengan máximo de 3-5 ppm de formaldehído libre, las telas resinadas con BF se tendrá que lavar y luego reforzar los suavizados en acabados lo cual adicionara costo, (ver tablas 08 y 09), que finalmente el costo total de las pruebas en planta, (20 kg de tela cada prueba) pasará, de resinadas a BF 206.00 \$/prueba a resinadas LF 179.00 \$/prueba, (ver tabla 10), se estaría ahorrando un 13% cambiando a estas resinas, sin considerar el tiempo y recursos que también se ahorraría al no tener que lavar y reforzar en acabados.

De la figura 16 se observa el resultado del análisis cualitativo de la presencia o ausencia de formaldehído en tela resinadas, ambas son muestras de las mismas telas, en la izquierda están resinas con Resina a Base de Formaldehído que luego de 05 segundos de aplicar el indicador este se torna de color rojizo como se ve en los papeles indicadores colocados sobre la muestra de tela, mientras las muestras de la derecha están con resinas libre de formaldehído donde se puede ver que el papel filtro persiste sin coloración, este análisis es fácil y sencillo el cual nos alerta la



presencia o ausencia de formaldehído antes de enviar a los laboratorios externos para el análisis cuantitativo y así podemos ir ganando tiempo para los procesos siguientes.

Del análisis cuantitativo de formaldehído libre en las telas resinadas que posteriormente serán prendas se puede apreciar que cuando están resinadas con resina a base de formaldehído la presencia de formaldehído libre oscila entre 40 y 80 ppm (ver tabla 11 y fig 17) que si hoy nos regimos a la norma ISO 14184-1-2011 que indica que las prendas para niños o libre de formaldehído debe certificar una presencia de formaldehído libre sea menor a 16 ppm, lo que significa que no se podría certificar, mientras que con resina libre de formaldehído las concentraciones de formaldehído están por debajo de 03 ppm, (ver tabla 12 y fig 18), esto nos da la seguridad de certificar y además de seguir en los mercados de exportación, además es la validación del análisis cualitativo observado en la fig 16 (lado derecho fig 16).

Para los análisis dimensionales se ha tomado cuatro artículos o tipo de telas de algodón 100% que son los más comerciales como son Pique 20/1, Pique 50/2, jersey listado 24/1 y interlock 50/1, los STD y los métodos de medición se establece según los requerimientos del cliente, como por ejemplo para el pique 20/1 y para el cliente que se ha determinado las pruebas el método de evaluación de estabilidad será line dry (secado en línea: LD), es como se mide los encogimientos al ancho, largo y torsión de la tela, entonces los encogimientos de este tipo de tejido medidos al line dry a la tercera lavada deberían ser menores a: Ancho -5%, Largo +/- 3% y revirado -3%, como se observa en la tabla 14 resinados a base de formaldehído y en la tabla 15 resinados con libre de formaldehído, en la figura 19 se puede ver el comparativo del análisis a lo ancho de esta tela resinada con ambas resinas, e incluso medido también con el método clásico Tumble Dry (Secado en maquina: TD), donde apreciamos que ambas estarían dentro de los rangos establecido por los estándares, de igual forma veremos en la figura 20 el comparativo de





la estabilidad a lo ancho que también cumple el objetivo, también se ve el comparativo del análisis a la torsión que también está dentro de los estándares, (ver figura 21). Este mismo análisis se ha repetido para los otros tres artículos donde también se aprecia que el proceso de resinado con resina libre de formaldehído cumple con lo requerido, (ver tablas 17 a 24 y figuras 22 a 31).

Para el análisis de la caída o pérdida de resistencia de un tejido ver la tabla 24 y fig 32 se aprecia que al resinar con base de formaldehído la pérdida de resistencia esta entre 20 y 30% respecto a la tela solo teñida y seca sin productos mientras que al resinar con libre de formaldehído la caída de resistencia será entre 15 y 20% , lo nos indica que resinar con libre de formaldehído es menos agresiva que con base de formaldehído, esto debido a que al resinar con resina a base de formaldehído la polimerización se da a mayor temperatura, entonces al estar en medio ácido y temperatura altas se debilita la fibra y la celulosa pierde resistencia en medio ácido y más aún a temperatura alta.



## VII. CONCLUSIONES

La industria textil tiene consumo de sustancias químicas sumamente complejas y adolece de un acceso insuficiente a la información. La mayor parte de las iniciativas realizadas para reducir su impacto medioambiental han consistido en el diseño de nuevos procesos más que en la sustitución de sustancias químicas tóxicas por alternativas más seguras.

Los mercados y/o los clientes/consumidores son cada vez más exigentes debido a la globalización y a las redes sociales que se informan más antes de comprar, esto hace que la industria textil se centre más en sus procesos tratando de ir investigando e innovando, pero sin descuidar su ventaja competitiva que es bajo costo.

Para producir prendas para niños o libres de formaldehído es mejor usar resinas libres de formaldehído aun si el costo de receta sea mayor, al hacer costeo del proceso total resulta menor.

El algodón tiene muy poca elasticidad y no suele ceder; más bien al contrario. Este es un tejido que tiene tendencia al encogimiento después de ser lavado, esto se puede controlar en cierta forma con los procesos de acabados y uno de estos son los resinados, que mantiene cierta estabilidad al ancho largo y torsión.



El tejido de algodón tiende a arrugarse con facilidad y requiere de calor para conseguir desprenderse de las arrugas, por lo que la resinas también les da cierta resistencia a las arrugas en forma proporcional con la concentración de resina.

Las aplicaciones de resinas afectan la resistencia de las telas de algodón, por lo que debemos buscar el equilibrio tela, concentración de resina y encogimientos.

Las prendas que provienen de tejidos que han tenido acabados físico-químicos, poseen características especiales que permiten brindar protección, confort y funcionalidad.

La mayor parte del impacto medioambiental de estas industrias se produce durante los procesos de fabricación. El contenido total de sustancias de alto riesgo en prendas acabadas es limitado y depende específicamente de las técnicas de teñido y de tratamiento que se hayan utilizado en cada caso.



## VIII. RECOMENDACIONES.

Se recomienda revisar la información y las fichas de seguridad de todos los productos químicos a usarse en la planta, tal caso solicitar a proveedores.

Antes de enviar a realizar los análisis cuantitativos de formaldehído libre sería recomendable hacer el análisis cualitativo o de la gota para ahorrar tiempo y dinero según sea necesario o según sea el caso.

Para asegurar la certificación de libre de formaldehído, o para exportar prendas para niños se recomienda usar resinas libres de formaldehído o que contengan menores a 16 ppm de formaldehído libre en las prendas.

Si se requiere disminuir la presencia de formaldehído libre en telas resinadas, se recomienda hacer pruebas para lavar con dispersante y secuestrante a temperatura aproximada de 80°C

Se recomienda hacer pruebas con las resinas antes de su aplicación, según la densidad de las telas a trabajar para determinar la concentración según la pérdida de resistencia y su encogimiento requerido, ya que si se usa concentraciones altas esta debilitara la tela e incluso volverlo inservible.



Se recomienda hacer pruebas antes de resinar colores blancos o muy claros brillantes ya que puede sufrir una ligera variación amarillando u opacando los colores, para controlar o prevenir estos cambios en el teñido del color.



## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

\* Clasificaciones y Análisis de textiles. Karen L. LaBat y Carol J. Salusso. Universidad de Minnesota, 2003

\*Fibras textiles - e-ducativa CatEdu. Cap 8.

\*Textiles (9ª Edición). Sara J. Kadolph y Anna L. Langford. Saddle River, New Jersey. Prentice Hall

\* Jenny (2008). «Las fibras.». Diseño textil, tejidos y técnicas. (Primera edición). Barcelona (España): Editorial Gustavo Gili, S.L. pp. 40-67. ISBN 978-84-252-2269-6.

\*Silva Rodríguez, Francisco; Sanz Aragonés, José Emilio (1996). « Las fibras textiles.». Tecnología Industrial I (1ª edición). Aravaca (Madrid, España): McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U. pp. 194-205. ISBN 84-481-0444-7.

\*ATSDR en Español - ToxFAQs™: formaldehído.  
Materia\_prima\_textil\_gratis/2p/matprim/cap06/cap06-1.htm. Rosales Cabana, Glisbeth Catherine. Universidad de San Martín de Porres. Perú – Lima – 2007.

\*<http://fibrologia.blogspot.pe/2013/04/fibras-sinteticas.html>



## X. ANEXOS.

### 10.1. Anexo 01.

Este consumo mundial de fibras textiles en los últimos años, en peso, es el siguiente:

- 39% algodón
- 39% sintéticas
- 10% artificiales
- 5% lana
- 7 % otras.

Solicitud de análisis Cuantitativo de Formaldehido.