



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTA DE INGENIERÍA  
POR

MANUEL HAROLDO PERÉN CALEL  
ASESORADO POR EL Ing. Mcs. ANTONIO MEDRANO

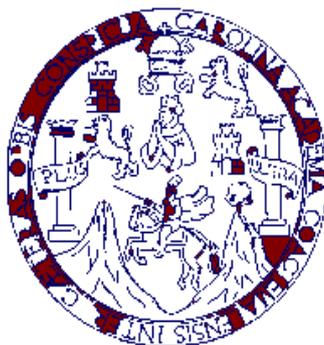
AL CONFERÍRSELE EL TITULO DE

MAGISTER EN GESTIÓN INDUSTRIAL

GUATEMALA JUNIO DE 2012



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



NOMINA DE JUNTA DIRECTIVA

Decano:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Vocal I:	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
Vocal II:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Vocal III:	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
Vocal IV:	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
Vocal V:	Br. Mario Maldonado Muralles
Secretario:	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Examinadora:	Inga. Dra. Mayra Virginia Castillo Montes
Examinador:	Ing. César Augusto Akú Castillo
Examinador:	Ing. José Luis Duque Franco
Secretario:	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez



Universidad de San Carlos  
De Guatemala

EEPFI-015-2012



Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios  
De Postgrado

Como Revisor de la Maestría en Gestión Industrial del trabajo de tesis de graduación titulado **MEJORA DE LA CALIDAD EN LA REPRODUCIBILIDAD DE COLOR APLICADA A FÁBRICA TEXTIL**. Presentado por el Licenciado en Administración de Empresas **Manuel Haroldo Peren Calel**, apruebo el presente y recomiendo la autorización del mismo.

*"ID Y ENSEÑAD A TODOS"*

  
  
Dra. Mayra Virginia Castillo Montes  
Directora  
Escuela de Estudios de Postgrado

Guatemala, junio de 2012.

Cc: archivo  
/la



Universidad de San Carlos  
De Guatemala

EEPMI-015-2012



Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios  
De Postgrado

Como Coordinador de la Maestría en Gestión Industrial, y revisor del trabajo de tesis de graduación titulado **“MEJORA DE LA CALIDAD EN LA REPRODUCIBILIDAD DE COLOR APLICADA A FÁBRICA TEXTIL”**, presentado por el Licenciado en Administración de Empresas **Manuel Haroldo Peren Calel**, apruebo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Augusto Akú Castillo  
Coordinador General  
Escuela de Estudios de Postgrado



Guatemala, junio de 2012.

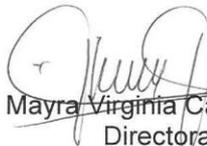
Cc: archivo  
/la





El Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen y dar el visto bueno del revisor y la aprobación del área de Lingüística del trabajo de tesis de graduación titulado **“MEJORA DE LA CALIDAD EN LA REPROCIBILIDAD DE COLOR APLICADA A FÁBRICA TEXTIL”** presentado por el Licenciado en Administración de Empresas **Manuel Haroldo Peren Calel**, apruebo el presente y recomiendo la autorización del mismo.

*“ID Y ENSEÑAD A TODOS”*

  
Dra. Mayra Virginia Castillo Montes  
Directora  
Escuela de Estudios de Postgrado



Guatemala, junio de 2012.

Cc: archivo  
/la



Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. D. Postgrado 013.2012

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Postgrado, al trabajo de graduación de la Maestría en Estructuras titulado: **MEJORA DE LA CALIDAD EN LA REPRODUCIBILIDAD DE COLOR APLICADA A FÁBRICA TEXTIL**, presentado por el Licenciado en Administración de Empresas **Manuel Haroldo Peren Calel**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Reinos  
DECANO



Guatemala, junio de 2012.

Cc: archivo  
/la



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
ÍNDICE DE ANEXOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	XVII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXIII

### MARCO TEÓRICO

#### CAPÍTULO I. ALGODÓN, TEJIDO DE PUNTO

<b>COLOR Y PROCESO DE TINTORERÍA.....</b>	<b>25</b>
1. Algodón.....	25
1.1 Origen.....	25
1.2 Características del Algodón.....	26
1.3 Usos.....	26
1.4 Tejido de punto.....	26
1.5 Clases de tejido de punto.....	26
1.6 Tintorería.....	27
1.7 Procesos de ennoblecimiento.....	27
1.8 Formas de Aplicación de tinte.....	28
1.9 Matiz.....	28
1.10 Acabados finales de la tela y su relación con el color.....	28
1.11 Definición del color.....	28
1.12 Fundamentos de color.....	29
1.13 Espectrofotometría.....	30
1.14 Control de Calidad en tintorería.....	32

## **PARTE PRÁCTICA**

### **CAPÍTULO II. ANÁLISIS Y DIAGRAMACIÓN DE PROCESOS**

<b>ACTUALES.....</b>	<b>35</b>
2.1 Observación y diagramación de los procesos actuales...	35
2.2 Proceso de revisión y aprobación de colores.....	35
2.3 Proceso de recepción de hilos.....	38
2.4 Proceso de tejeduría.....	39
2.5 Procesos de acabados de tela.....	42
2.6 Procesos de tintorería.....	44
2.7 Sub procesos de tintorería.....	45

### **CAPÍTULO III. SITUACIÓN ACTUAL DE LA**

<b>REPRODUCIBILIDAD DE COLOR EN LA EMPRESA....</b>	<b>47</b>
3.1 Pareto de quejas actuales.....	47
3.2 Muestreo de color por medio de espectrofotometría.....	47
3.3 Numero de lotes a evaluar para la investigación.....	49
3.4 Resultados de la medición actual.....	51
3.5 Distribución de los datos de las lecturas actuales.....	54
3.6 Gráfico de control de lecturas actuales.....	55

### **CAPÍTULO IV. PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....**

4.1 Identificación de factores críticos en el proceso de tintorería actual.....	57
4.2 Revisión análisis y mejora para minimizar causas.....	58
4.3 Experimentación con aplicación de acciones correctivas.	63
4.4 Medición de color en lotes en los que se aplicaron acciones correctivas.....	64
4.5 Distribución de lecturas en lotes mejorados.....	64
4.6 Gráfico de control en lotes mejorados.....	66

4.7	Análisis de capacidad de proceso de las nuevas lecturas.....	67
4.8	Medición de quejas de lotes mejorados.....	68
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>71</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>73</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>75</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>79</b>



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Diagrama de flujo del proceso de aprobación de colores.	37
2.	Gráfico de Pareto de quejas cliente .....	48
3.	Gráfico yardas mensual exportado de enero-junio 2011..	50
4.	Histograma lecturas de color.....	54
5.	Gráfico de control lecturas de lotes.....	55
6.	Pareto de causas críticas de baja reproducibilidad.....	58
7.	Histograma peso tela para teñir en libras.....	60
8.	Histograma lecturas de espectrofotómetro.....	66
9.	Gráfico de control lecturas espectrofotómetro.....	67
10.	Gráfico de capacidad de proceso.....	68
11.	Pareto de quejas después de aplicarse mejoras.....	69
12.	Gráfico comparativo de promedio quejas mensuales antes y después de mejora.....	69

### TABLAS

I.	Colorantes utilizados.....	49
II.	Yardas exportadas mensuales enero-junio 2011.....	51
III.	Toma de lecturas por espectrofotómetro.....	53
IV.	Peso en libras por lote.....	59
V.	Sugerencias de peso en carga.....	61
VI.	Toma de lecturas por espectrofotómetro.....	65



## ÍNDICE DE ANEXOS

1.	Proceso de teñido textil.....	79
2.	Diagrama de flujo recepción hilos.....	81
3.	Diagrama flujo tejeduría.....	83
4.	Diagrama de flujo proceso de acabados.....	85
5.	Subprocesos tintorería.....	87
6.	Diagrama causa efecto baja reproducibilidad...	89
7.	Ejemplo de receta para teñido.....	91
8.	Cuadrante de interpretación de lectura de color	93
9.	Distribución maquinas de tejeduría.....	95
10.	Distribución área de acabados.....	97



## GLOSARIO

- 1. Agua oxigenada:** Es agua con una molécula extra de oxígeno ( $H_2O_2$ ), en textiles se utiliza para, desencolado, blanqueo y tintura.
- 2. Alcalino:** Solución química con pH superior a 7
- 3. Batch** También conocido como lote, es la subdivisión de una orden grande en cantidades menores para su proceso de producción
- 4. Canalé:** Tejido de punto que forma estrías.
- 5. Celulosa** Glucósido polisacárido estructural formado por la unión de moléculas de glucosa, es sólido y blanco, se encuentra en los tejidos de las células vegetales y se usa especialmente en la industria del papel.
- 6. Colorantes reactivos:** Colorantes en polvo, que reaccionan con la ayuda de un

medio electrolítico con las moléculas.

**Delta E:**

Delta E CMC, es un número del color), Delta E CMC, es un número singular de aceptación o rechazo en un espacio tridimensional.

Es el valor numérico de la diferencia entre el color de dos objetos tomados por un espectrofotómetro, un Delta E igual a cero significa que no hay diferencia de color y un delta E igual a 3.5, indica que el color es diferente. El valor aceptable es menor a 1.

**7. Enzimas:**

Proteína compleja sintetizada por las células vivas del organismo, que cataliza una o varias reacciones químicas del metabolismo. Las enzimas pueden acelerar la descomposición o la formación de una sustancia. Se utilizan en textiles para darle algún efecto especial a la tela.

**10. Espectro electromagnético:**

Se denomina espectro electromagnético a la distribución

energética del conjunto de ondas electromagnéticas.

**8. Espectrofotometría:**

Es el método de análisis óptico más utilizado en las investigaciones químicas y biológicas, su análisis permite datos cuantitativos del color.

**9. Espectrofotómetro:**

Es un instrumento usado en la física óptica que sirve para medir, en función de la longitud de onda, la relación entre valores de una misma magnitud fotométrica relativos a dos haces de radiaciones. También es utilizado en los laboratorios de química para la cuantificación de sustancias y microorganismos.

**10. Hidrofibilidad:**

Característica de la tela de absorber fácilmente la humedad de la piel y transportarla hacia afuera. Capacidad de absorción de una tela.

**11. Hipoclorito de sodio:**

Ó hipoclorito sódico, popularmente conocido como lejía, lavandina.

**12. Malváceas:**

Son una familia de plantas perteneciente al orden de las popularmente reúne plantas herbáceas, leñosas o arbustos, (más frecuente en países cálidos). Incluye el hibiscus, las malvas y la planta de algodón (Gossypium).

**13. Nanómetro:**

Es la unidad de longitud que equivale a una milmillonésima parte de un metro. Comúnmente se utiliza para medir la longitud de onda de la radiación ultravioleta, radiación infrarroja y la luz.

**14. Peróxido:**

Es un blanqueador químico de tela.

**15. pH:**

Potencial de hidrogeno

**16. Reproducibilidad**

Uniformidad de los colores en diferentes batch de tela

**17. Tenso activos:**

También llamados tensioactivos o surfactantes, son sustancias que influyen por medio de la tensión superficial en la superficie la tela

esto es, sustancias que permiten mantener una emulsión. Entre los tensos activos se encuentran las sustancias sintéticas que se utilizan regularmente en el lavado, entre las que se incluyen los detergentes para lavado de ropa.

**18. Trama y Urdimbre:**

La trama son los hilos que van en dirección horizontal de la tela(a lo ancho) y el urdimbre los hilo que van en dirección vertical del mismo(a lo largo).



## RESUMEN

El presente trabajo es el resultado de una investigación cuantitativa experimental de campo no probabilística, realizado en una planta textil guatemalteca con más de 20 años de existencia en el mercado, con amplia experiencia en tejido de punto de fibra algodón con productos para exportación y de marcas reconocidas en el mercado mundial.

El problema planteado es: MEJORA DE LA CALIDAD EN LA REPRODUCIBILIDAD DE COLOR APLICADA A FÁBRICA TEXTIL, el estudio inicia con el análisis de las quejas del cliente de la empresa bajo estudio en el periodo comprendido de enero a junio del año 2011, teniendo que el total de quejas es de 53, de las cuales sobresale la baja reproducibilidad de color con un 57%. Una vez identificado el problema se procede a revisar la teoría pertinente, para después analizar cada proceso de la planta textil desde tejeduría hasta los procesos finales de la tela y se realizan diagramas de proceso para su análisis.

Se procede después a establecer los objetivos de la investigación y al mismo tiempo se define el diseño de investigación para el logro de los objetivos. Debido a la naturaleza de la investigación se hace un análisis no probabilístico utilizando el Método JC Penney para el tamaño de la muestra representativa que es de 10%. se identifica la unidad de análisis como lotes de tela, la población que son todos los lotes de tela producidos en un mes en tonos claros, medio y oscuros de fibra algodón 100%, de 135 gramos, además se eligen maquinas de teñido para realizar las pruebas.

Se procede entonces a medir el color de 46 lotes utilizando el método de medición CIELAB, que mide el color por medio de espectrofotometría validando una muestra de 10% del universo, se determina el promedio de yardas producidas y tomando el método de medición aceptado a nivel textil se toma una serie de lecturas para hacer un total de 10%.

El resultado de las lecturas demuestra que el proceso de reproducibilidad de color no está bajo control y las lecturas están muy dispersas, el estándar aceptado a nivel mundial es que las lecturas deben estar con un DE CMC menor a 1, al medir el color contra un patrón dado, lo cual no se cumple.

Se procede luego a analizar las causas de baja reproducibilidad las cuales se concluye que son: Peso de las cargas, proveedor de hilo y cantidad variable de tinta y auxiliares utilizados, ya con estos causales identificados se procede a correr otra muestra con características equivalentes pero controlando las causas dependientes identificadas, para luego medir las variables dependientes nuevamente con el método CIELAB, los mismos colores y la misma cantidad de mediciones, llegando a las conclusiones siguientes: los tres factores que influyen en la baja reproducibilidad de color entre lotes de tela son: Peso de las cargas, Proveedor de hilo, Cantidad variable de tinta y auxiliares utilizados. Se determina que los valores estándar para cada factor que influyen negativamente en la reproducibilidad de color entre lotes son: peso de las cargas 40%, proveedor de hilo 20%, cantidad de tinta y auxiliares utilizados 17%, además se observa que el proceso textil actual permite alta variabilidad de color entre lotes, por ultimo se observa que las quejas por color bajan de un promedio mensual de 4.94 a .45.

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### General

Disminuir la variabilidad en el color entre lotes en una fábrica textil.

### Específicos

1. Identificar al menos 3 factores que influyen de manera negativa en el proceso de tintorería y que provocan baja reproducibilidad
2. Determinar valores estándar para cada factor que influye en la reproducibilidad de color entre lotes
3. Disminuir los reclamos por baja reproducibilidad de color.



## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El problema planteado, Mejora de la calidad en la reproducibilidad de color aplicada a fábrica textil, nace del análisis de quejas a lo largo del primer semestre del año 2011, de una planta textil guatemalteca ubicada en el perímetro de la ciudad capital, con una capacidad de producción de 700,000 libras mensuales de tela algodón y combinados con polyester, exportando la totalidad de la tela producida a otros países para ser utilizado en el ensamble de productos de marca internacional.

Al analizar las quejas se encuentra que 30 de 53, es debido a baja reproducibilidad de color lo que significa un 57% de las quejas totales recibidas por la empresa, se convierte entonces este porcentaje y numero de quejas en una oportunidad para analizar y encontrar cuales son las causas de baja reproducibilidad de color y por lo tanto plantear los objetivos de la investigación ya mencionados con anterioridad.

Para encontrar la posible solución a esa mejora de la reproducibilidad de color, se hace un análisis y recopilación de la teoría existente relacionada con la investigación, se realizan análisis de procesos por medio de entrevistas que luego se traducen en diagramas de proceso detallados.

Se plantea entonces un diseño de investigación cuantitativa experimental de campo no probabilística para alcanzar los objetivos planteados en la investigación, se hace uso de estadística descriptiva, análisis de muestra por medio del método JC Penney, toma de lecturas de color por medio del método CIELAB utilizando el espectrofotómetro que mide

el color dando resultados de DE CMC que como requerimiento internacional debe cumplir con que el resultado debe ser menor a 1.

El alcance de la investigación se circunscribe a la planta textil bajo estudio, se puede aplicar la metodología utilizada en esta investigación sin embargo por la naturaleza de cada empresa textil los resultados pudieran diferir de los obtenidos en esta.

A Continuación se describe la metodología utilizada en la investigación:

Se procede a establecer los objetivos de la investigación y al mismo tiempo se define el diseño de investigación para el logro de los objetivos. Debido a la naturaleza de la investigación se hace un análisis no probabilístico utilizando el Método JC Penney para el tamaño de la muestra representativa, que es de 10% se identifica la unidad de análisis como lotes de tela, la población que son todos los lotes de tela producidos en un mes en tonos claros, medio y oscuros de fibra algodón 100%, de 135 gramos, además se eligen maquinas de teñido para realizar las pruebas.

Una vez definida la muestra se procede a medir a lo largo de un mes, tomando 4 mediciones de color por lote, se miden 46 lotes utilizando el método de medición CIELAB, que mide el color por medio de espectrofotometría validando una muestra de 10% representando al universo. Para determinar la muestra representativa, se toma el promedio de yardas producidas mensualmente en seis meses y se saca el 10% validado por el método JC Penney que es generalmente aceptado en el ámbito textil.

Una vez obtenidos los resultados de las lecturas se determina que el proceso no cumple con los parámetros requeridos por el cliente que es que los lotes deberán estar con un DE CMC menor a uno. El resultado de las lecturas demuestra que el proceso de reproducibilidad de color no está bajo control y las lecturas están muy dispersas, al medir el color contra un patrón dado, lo cual no se cumple.

Una vez se determina que el proceso no está dando la reproducibilidad de color aceptable, se procede a utilizar herramientas como: Pareto, lluvia de ideas, análisis causa efecto, y se encuentran las tres causas principales a la baja reproducibilidad.

Conociendo las tres principales causas de baja reproducibilidad se procede a llevar a cabo un experimento utilizando los mismos criterios de la primera medición, teniendo cuidado especial en las equivalencias iniciales de aspectos físicos de la tela como peso, contenido, y características generales. La diferencia de esta segunda medición es que se eliminan los causales de baja reproducibilidad identificados.

Los resultados de la segunda medición muestran que el proceso ya se encuentra bajo control y que las mediciones están dentro de los parámetros aceptables, al hacer una medición de las quejas se puede observar una mejora significativa de 30 quejas en seis meses por color se reduce a un promedio de 4.94 a 0.45 mensual.

El diseño experimental se resume a continuación:

RG1	0	X	0
RG2	0	X	0
Se asigna muestra	se aplica medición previa	se administra estímulo	se aplica medición posterior



## INTRODUCCIÓN

La presente investigación muestra de manera práctica cuales son aquellas causas de baja reproducibilidad de color, realizado en una planta textil guatemalteca, la cual tiene mas de veinte años de existencia en Guatemala, ubicada en el perímetro de la ciudad capital, especializándose en tejido de punto de fibra algodón, todo su producto de exportación.

En la actualidad se ha identificado como un problema critico para los clientes, la reproducibilidad de color en la cual la fábrica textil presenta reclamos y quejas a lo largo de los primeros seis meses del año que llegan a un total de 30 quejas haciendo un cincuenta y siete por ciento del total de sus quejas.

El tema de investigación planteado es: “Mejora de la calidad en la reproducibilidad de color aplicada a fábrica textil”, con el cual se pretende que la investigación establezca cuáles son esos factores que influyen tanto negativa como positivamente en el buen resultado de reproducibilidad de color documentándolo de manera que pueda servir como aporte a las empresas textiles guatemaltecas dado que en la actualidad no se cuenta con estudios similares documentados que expliquen cuáles factores mejorar y que procesos evaluar de manera sistemática. La investigación hace un análisis de todos los procesos que intervienen en la fabricación de tela, considerando la materia prima, el proceso de tejeduría, acabados y control de calidad. Las preguntas a contestar son: ¿Cuáles son los factores que afectan de manera negativa la reproducibilidad del color en el proceso de tintorería textil? y ¿al analizar, mejorar y estandarizar los procesos textiles, se mejora la reproducibilidad del color?

El capítulo primero, abarca el marco teórico de la investigación, permite conocer el origen del algodón así como las ventajas y desventajas para su utilización en la fabricación textil, tomando en consideración sus características y bondades las cuales permiten ser una de las fibras vegetales más utilizadas, luego se analiza el tejido de punto, cual es su origen, su uso, sus características y su estructura, también se revisa el proceso de tintorería textil de algodón 100% desde el proceso de descruce hasta el proceso del ennoblecimiento de la tela, es decir desde que la tela está tejida pero sin ningún tipo de tratamiento, en su estado casi natural hasta que se le aplican colorantes para darle las características de color deseadas. Se define el color y sus fundamentos, así como un repaso general de la evolución de la medición del color textil, que equipo se utiliza para medir el color y como este equipo se ha ido innovando a lo largo del tiempo. Permite conocer porque la medición de color ha pasado de ser subjetiva a objetiva dando datos de medición cuantificables por medio de espectrofotometría.

El capítulo segundo, da inicio a la parte experimental de la investigación haciendo un análisis de los procesos textileros por medio de observación y entrevistas, desde la recepción de hilo hasta el acabado de tela, permitiendo de manera sistemática entender cuáles son los procesos y encontrar oportunidades de mejora.

El capítulo tercero, muestra los diferentes análisis de color realizados en la planta textil, se identifican las causas de baja reproducibilidad y hacen nuevos experimentos para encontrar las mejoras pertinentes.

El capítulo cuarto, presenta una propuesta de solución al problema planteado, utilizando herramientas estadísticas de análisis y mejora continua.

**MARCO TEÓRICO**  
**CAPÍTULO I**  
**ALGODÓN, TEJIDO DE PUNTO, COLOR Y PROCESOS DE**  
**TINTORERÍA**

**1. Algodón**

El algodón es una fibra vegetal natural que se produce de una serie de árboles y arbustos pequeños de un género clasificado dentro de la familia de las Malváceas. El algodón es casi una celulosa pura, con suavidad y permeabilidad al aire que la han hecho la fibra más popular del mundo, el largo de la fibra varía de 10 a 65 milímetros y el diámetro de 1 a 22 micras. Absorbe la humedad rápidamente, lo que hace la ropa de algodón confortable en climas cálidos, mientras su alta fuerza de tracción en soluciones jabonosas permite que estas sean fáciles de lavar. (Hollen, 2004)

**1.1 Origen**

Año 2800 A.C. Las telas egipcias muestran que el algodón fue utilizado.

Año 1500 A.C. El hilado y tejido de algodón como industria se inicia en la India

Año 333 A.C. Los fenicios introdujeron el algodón a Europa.

Año 1641, La primera hilera inglesa en Manchester.

Año 1947, Aparecen fibras artificiales derivadas del petróleo.

Año 1996, Se empieza a cultivar algodón transgénico, (Cotton Incorporated, 2010)

## **1.2 Características**

La composición del algodón es celulosa casi pura, su color es blanco, amarillo pálido o ligeramente rojizo; su fibra es más o menos sedosa, fuerte en mayor o menor grado y varía su longitud de larga a corta. La homogeneidad de sus características, su elasticidad, resistencia y color son las cualidades que más directamente influyen en la mayor o menor estimación del algodón. (Naik, 1991)

## **1.3 Usos**

Se estima que el 60% de la fibra de algodón es utilizada en hilados e hilos en una amplia gama de ropa, especialmente en camisas, camisetas y pantalones vaqueros. (Natural fibres, 2009)

## **1.4 Tejido de punto**

El tejido de punto es un tejido bastante utilizado en las prendas de vestir en la actualidad, consiste básicamente en pasar los hilos de la urdimbre alternadamente por arriba y por debajo de los hilos de la trama, también es conocido como tejido de malla. (Hollen, 2004)

## **1.5 Clases de Tejido de Punto**

- Genero de punto por trama: En este tipo de tejido, la malla se forma en sentido horizontal, por ejemplo: Tejido de jersey liso.
- Genero de punto por urdimbre: En este tipo de tejido la malla se forma en sentido vertical, por ejemplo: El tejido liso.

## **1.6 Tintorería**

La tintura es el proceso en el que la materia textil, al ser puesta en contacto con una solución de colorante, lo absorbe de manera que habiéndose tinturado ofrece resistencia al devolver el colorante al baño. Se establecen dos principios: a) La tintura consiste en una compenetración entre colorante y fibra, no es el recubrimiento exterior, sino la absorción de colorante al interior de la fibra. b) Es un proceso de efecto durable, si una fibra se destiñe fácilmente es que no ha sido correctamente tinturada. (Asociación de Químicos y Textileros Argentinos, 2009)

## **1.7 Procesos de ennoblecimiento**

### **1.7.1 Descrude**

Este proceso sirve para retirar o remover todas las impurezas naturales adheridas a las fibras y a la tela para un teñido más penetrante y para las etapas posteriores de blanqueo o tintura, en este proceso se utilizan soluciones alcalinas y detergentes regularmente en caliente.

### **1.7.2 Desengomado**

En algunas textileras lo llaman también desencolado, sirve para remover el agente encolante utilizado en los tejidos, puede ser por procesos de acidez o enzimáticos.

### **1.7.3 Blanqueado**

Mediante este proceso se remueve el color indeseado de algunas fibras a efecto de prepararlas para la etapa de teñido. Puede ser de dos tipos

diferentes, el primero es por la acción de productos químicos que quitan el color que trae naturalmente la tela conocido como blanqueo químico. El segundo es por la acción de blanqueadores ópticos. (Lewin, 1984)

### **1.8 Formas de Aplicación de tinte**

La tintura puede efectuarse en procesos discontinuos o de agotamiento o continuos o de impregnación. Los procesos discontinuos o de agotamiento tienen la característica de que el material textil se mantiene más tiempo en contacto con el baño del teñido. (Ver anexo 1, Proceso de teñido textil)

### **1.9 Matiz**

La obtención y reproducción del color con un cierto grado de fidelidad a una muestra dada es, desde siempre, una de las tareas que mas compromete a un tintorero, el ideal es obtener el matiz deseado a la primera, sin embargo esto no es una realidad ya que muchas veces esto se logra a la tercera o cuarta agregación de colorantes a la formula. (Cegarra, 1981)

### **1.10 Acabados finales de la tela y su relación con el color**

Estos se refieren a los procesos para darle el acondicionamiento final a la tela, es acá donde se pueden realizar acabados especiales y características únicas a la tela como: suavidad, encogimientos, peso, etc.

### **1.11 Definición del color**

Sensación producida por los rayos luminosos que impresionan los órganos visuales y que depende de la longitud de onda (Real Academia de la lengua Española, 2011).

El color es un fenómeno de luz, percibida por el ojo por medio de longitudes de onda en la zona visible del espectro electromagnético para lo cual intervienen tres factores necesarios, que son: el objeto, la fuente de iluminación y el observador, el proceso se da cuando la luz cae sobre el objeto y se refleja. (McDonald, 1987)

El color se divide en tres dimensiones:

- Matiz (hue): da el color a los objetos.
- Intensidad (lightness): Que tan claro u oscuro se ve un objeto
- Saturación (croma): Es lo que hace que un objeto se vea más opaco o más brillante.

## **1.12 Fundamentos del color**

### **1.12.1 Fuente de luz**

La luz es una forma de energía que se propaga en forma de ondas electromagnéticas, la longitud de onda es una característica importante de la onda electromagnética que varía desde fracciones de nanómetro ( $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$ ), hasta kilómetros.

### **1.12.2 Parámetros característicos del color**

Un color queda definido por tres parámetros:

- Luminancia, medición luminosa de la intensidad de la radiación. Subjetivamente se habla de luminosidad, y se dice que un color tiene mucho brillo (claro) o poco brillo (oscuro). Se le simboliza con L.

- Longitud de onda predominante, es la longitud de la radiación monocromática correspondiente. Subjetivamente se habla de matiz o tono y se dice que un color es amarillo, verde, azul, etc. Se le puede simbolizar con  $\lambda_d$  y su unidad es nm o m $\mu$  o también el Angstrom.
- Pureza, magnitud de la dilución de un color en blanco. Se representa por un índice variable entre 0 y 1. Subjetivamente se habla de saturación y se dice por ejemplo que un color rosa (mezcla de rojo y blanco) está poco saturado en contraposición de un rojo que si lo está, se le puede simbolizar con  $\rho$ . (Hunter lab, 2001)

### **1.13 Espectrofotometría**

#### **1.13.1 Historia de los sistemas de medición de color**

Uno de los primeros sistemas es el que se conoce como Munsell creado por A. H. Munsell en 1905 el cual utilizo tarjetas de colores clasificadas de acuerdo a su tono, luminosidad y saturación y poco después le asigno una codificación de letras y números. (Shah, 1993)

El siguiente sistema, fue el conocido como Ostwald, y el sistema OSA-UCS, creado en base a comparaciones visuales de muestras de color en catálogos.

En 1931 se crea primer sistema Cielab, que abarca los tres valores triestimulo (X Y Z), y el segundo sistema de CIELAB creado en 1976, conocido como sistema de medición CIE, referido a los espacios del color ( $L^*$   $a^*$   $b^*$ ), siendo este ultimo el utilizado para este estudio.

### **1.13.2 Sistema de medición CIE 1976, espacios de color ( $L^*$ $a^*$ $b^*$ )**

Este sistema de medición es conocido también como CIELAB, expresa la luminosidad  $L^*$ (claro, oscuro),  $a^*$  y  $b^*$  indican la orientación del color:

$L^*$ = luminosidad

$a^*$ = Tendencia del color al rojo (positivo) o al verde (negativo)

$b^*$ = tendencia del color al amarillo (positivo) o al azul (negativo)

Para la aplicación de estos sistemas de medición de color la CIE considero diferentes tipos de iluminantes ya que cada fuente de luz viene caracterizada por la energía que emite en las diferentes longitudes de onda, los más comunes son:

- Iluminante A: luz incandescente con una temperatura de color de 2854 K (kelvin), lámpara de tungsteno.
- Iluminante C: Luz solar de día promedio, con una temperatura de color de 6774 K, no incluye la radiación ultravioleta.
- Iluminante D65: Luz solar de día promedio, con una temperatura de color de 6504 K, incluye la radiación ultravioleta.

### **1.13.3 Instrumentos de medición de color actuales**

Los actuales se conocen como espectrofotómetros con un registro automático capaz de captar una reflectancia espectral desde 350 a 700 nm, en segundos.

## **1.14 Control de calidad en tintorería**

### **1.14.1 ¿Qué se debe controlar?**

Se presentan de manera general los factores o procesos a controlar que intervienen previo y durante el proceso de tintorería entre los cuales tenemos:

### **1.14.2 Materia prima**

#### **1.14.2.1 Colorantes**

Los colorantes pueden ser naturales y artificiales, los colorantes utilizados actualmente son en su mayoría colorantes artificiales reactivos, y son los que le dan el color a la tela por medio de absorción.

#### **1.14.2.2 Blanqueadores**

Estos actúan como oxidantes cuando son con base oxígeno y con compuestos fluorescentes cuando son ópticos, los blanqueadores más utilizados a nivel industria para las fibras celulósicas son los blanqueadores de peróxido de hidrógeno que son bastante estables y de uso seguro actuando mejor a temperaturas superiores a 150 grados centígrados.

#### **1.14.2.3 Hilo**

El control de calidad de los hilos es crítico para el teñido ya que cualquier cambio en sus características de humectación, título, torsión, etc. altera el resultado final en el teñido.

#### **1.14.2.4 Auxiliares y sales**

Se utilizan para darle ciertas características a la tela en el área de teñido, pueden mencionarse la sal industrial, los secuestrantes, etc.

#### **1.14.3 Procesos**

Los procesos a analizar detalladamente son los procesos de recepción de hilos, tejeduría, tintorería y control de calidad así como el proceso de acabados finales.

#### **1.14.4 Mano de Obra**

El personal involucrado en los procesos de producción está distribuidos entre operarios de máquina, técnicos en color, supervisores de las diferentes áreas, y Gerentes de los procesos de Tejeduría, tintorería, acabados y control de calidad.

#### **1.14.5 Maquinaria**

La maquinaria utilizada en el presente estudio se puede enumerar de la siguiente manera: maquinas de tejido circular, maquinas de teñido tipo jet y maquinas para acabados como secadoras y compactadoras.



**PARTE PRÁCTICA**  
**CAPITULO II**  
**ANÁLISIS Y DIAGRAMACIÓN DE PROCESOS ACTUALES**

**2.1 Observación de los procesos actuales**

Para iniciar el estudio de campo se hace un análisis de los procesos actuales por medio de diagramas de flujo de la empresa los cuales se describen a continuación para poder entender el sistema textil completo y así encontrar áreas de mejora identificando esos factores críticos objeto de la investigación, los diagramas se presentan en la parte de anexos.

**2.2 Proceso de revisión y aprobación de colores**

**Objetivo**

Revisar y aprobar colores por medio de mediciones de espectrofotómetro y visual, en tela algodón terminada.

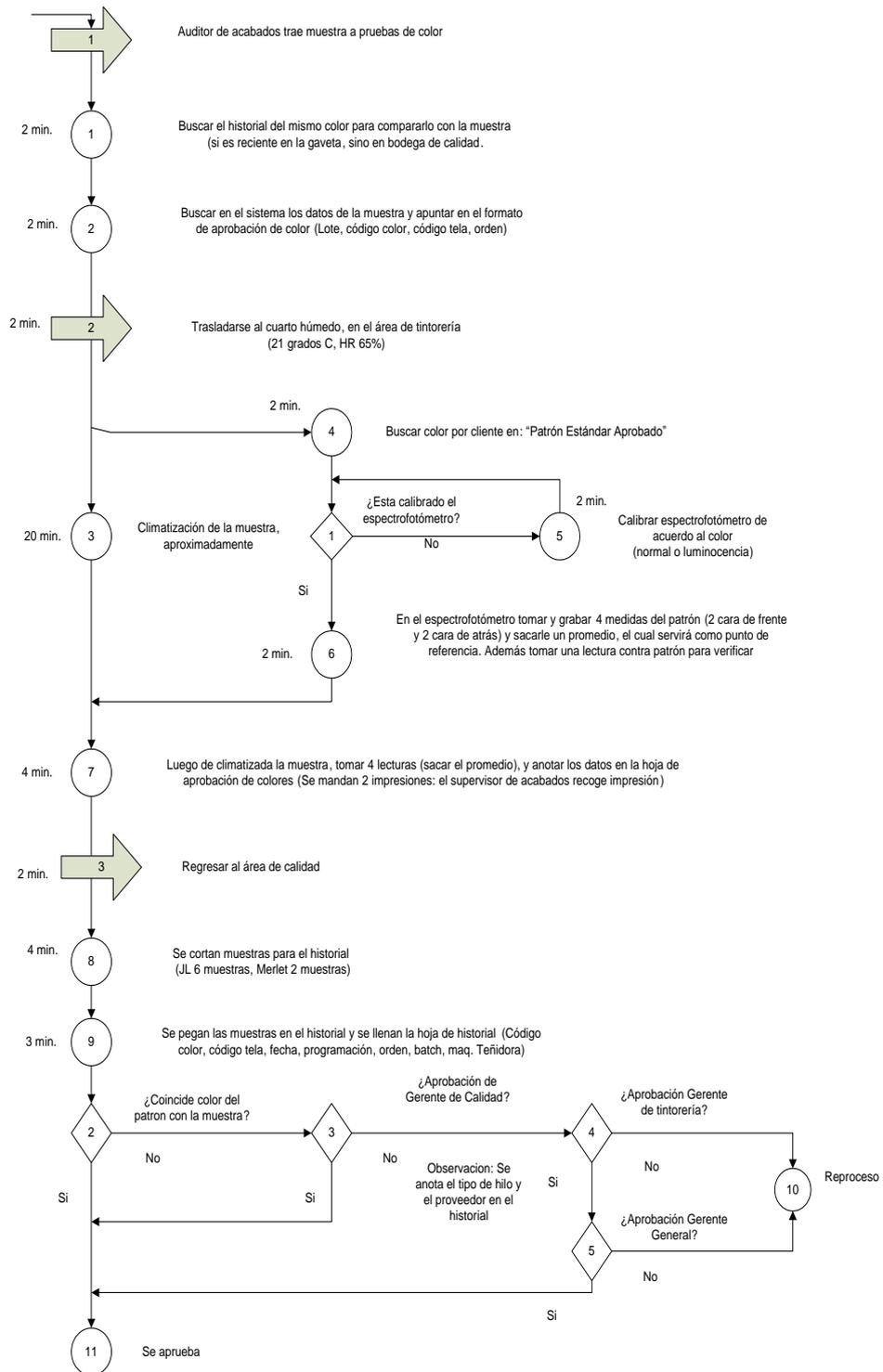
**Materiales y métodos**

- Tijera
- Caja de luces
- Espectrofotómetro

## Procedimiento

- Auditor de acabados trae muestra a pruebas de color (1 de cada 10 rollos)
- Se busca el historial del mismo color para compararlo con la muestra.
- Se chequea en el sistema los datos de la muestra y se llena el “formato de aprobación de color” (Lote, código color, código tela, orden)
- Se Climatiza la muestra (aproximadamente 2 horas)
- Buscar “Patrón estándar aprobado”
- Calibrar el espectrofotómetro si no lo estuviera (color o luminiscencia)
- En el espectrofotómetro tomar y grabar 4 medidas del patrón (dos de la cara del frente y dos de la cara de atrás) y sacarle un promedio, el cual servirá como punto de referencia. Además tomar una lectura contra el patrón para verificar.
- Luego de climatizada la muestra, tomar 4 lecturas (y usar promedio), anotar los datos en la hoja de aprobación de colores (se mandan dos impresiones: el supervisor de acabados recoge impresiones)
- Cortar muestras para historial
- Pegar las muestras en el historial y llenar la hoja del historial (código color, código de tela, fecha, programación, orden, batch, máquina teñidora)
- Comparación visual en la caja de luces, con luz primaria, (ej.: D65) comparar muestra con el patrón.
- Si varía mucho, una lectura arriba de 1 ( $CMC > 1$ ), se rechaza la producción, si es menor y en la misma tendencia, se aprueba.
- Fin.

Figura 1. Diagrama de flujo del Proceso de aprobación de colores



Fuente: Elaboración propia

## **2.3 Proceso de recepción de hilo**

### **Objetivo**

Recibir pedidos de hilos, despachar y mantener en bodega

### **Equipo**

Montacargas

### **Procedimiento**

- Llega contenedor con papeles (Póliza de importación, Certificado de origen, facturas, listas de empaque, carta importe, carta de manifiesto, papelería de aduana)
- Si no urge el contenedor, se crean papeles de ingreso y etiquetas internas ingresándose al sistema (La etiqueta lleva: Proveedor, cosecha hilo, orden de compra, título del hilo, No. de caja, peso y código de barras) y se imprimen las etiquetas.
- Se Descarga contenedor y se colocan etiquetas a cajas.
- Se Ubican cajas donde haya espacio disponible.
- Si urge el contenedor primero se descarga contenedor, se crean papeles de ingreso y etiquetas internas, y se registra en el sistema (La etiqueta lleva: Proveedor, cosecha, orden de compra, título del hilo, No. de caja, peso y código de barras), se imprimen las etiquetas y se les coloca a las cajas.
- De cada contenedor se mandan cajas para análisis a control de calidad (de cada proveedor y cada título, deben de ir por lo menos 68 conos)

- Luego de las pruebas de control de calidad, modifican el estado del hilo en el sistema.
- Si fue aprobado =Aprobado
- Si fue rechazado=Rechazado (Anotando el problema que tuvo el hilo)
- Si no ha sido analizado = Pendiente
- Regresan a bodega de hilos las cajas que fueron enviadas a control de calidad.
- Tejeduría hace solicitud de hilo (por libras) especificando: Proveedor, titulo, contenedor, cosecha (la solicitud se hace por correo, pero se prepara el hilo hasta que se trae la solicitud impresa de tejeduría).
- Se preparan cajas para enviar a tejeduría (Se les quita el código de barras a las etiquetas de las cajas enviadas para rebajarlas del inventario del sistema)
- Se imprime lista de empaque con las cajas que se despacharon, esta incluye: No. de cada caja, Proveedor, libras de cada caja, cosecha, código de hilo, contenedor.
- Se lleva a tejeduría la lista de empaque para que el encargado firme de recibido.
- Tejeduría utiliza el hilo en producción
- Fin (Ver anexo 2)

## **2.4 Proceso de tejeduría**

### **Equipo**

Maquina tejedora

Balanza de precisión

## Procedimiento

- Gerente Tejeduría basado en la orden hace requerimientos de materia prima, maquinaria y operarios.
- Gerente de Tejeduría elabora el plan de producción. (Que maquinas se van a utilizar, con que proveedor de hilo se va a trabajar y en qué momento se trabajará la orden) (Se le envía por correo al supervisor, y también se imprime al principio de la mañana lo que se tiene que realizar durante el día), (no existen especificaciones por escrito)
- Asistente de Gerente de tejeduría hace pedido de hilo, y genera etiquetas de cada rollo programado. (Pide solo el hilo que va a necesitar en el día, y solo imprime las etiquetas de los rollos que se van a tejer en el día). La solicitud de hilo la lleva el cargador de hilo por impreso a bodega de hilos.
- Bodega de hilos traslada pedido de hilo a tejeduría.
- Con el plan de producción el supervisor genera una orden de trabajo mecánica (condiciones que debe llevar la máquina, puntada, hilo, abierta o tubular), para que los mecánicos hagan los ajustes debidos para las nuevas características de la tela.
- Cuando el hilo esta en tejeduría, supervisor de tejeduría da orden a cargador de hilo para que distribuya el hilo a las maquinas asignadas (Cargador de hilo debe verificar que el hilo sea el que solicito, y el operario debe colocar los conos).
- Mecánico hace ajustes a la máquina de acuerdo a las especificaciones de la orden.
- Ya con los ajustes debidos, mecánico teje una yarda y la lleva a revisado en crudo para que la revisen. Si tiene muchos defectos no se le aprueba la reajusta y vuelve a tejer una yarda y la lleva revisado en crudo.

- Si se la aprueban le entrega la maquina lista al supervisor de tejeduría
- El supervisor asigna a operarios para poner a trabajar las maquinas.
- El operario tiene la orden de tejer medio rollo y llevarlo a inspección en crudo.
- Si en ese momento sale bien la muestra, se procede con la orden de trabajo.
- Si solo fuese una maquina se re-distribuye el trabajo entre las demás maquinas.
- Si sale mal el medio rollo se le informa al mecánico para que vuelva a hacerle los ajustes. Y el vuelve a tejer una yarda con la maquina ajustada y la lleva a revisado en crudo para ser chequeada nuevamente
- Si después de más de tres intentos sigue el problema. Se mandan muestras a teñir para ver si se nota el defecto ya con la tela teñida y acabada (mientras tanto las maquinas están paradas)
- Con la muestra teñida y acabada Gerente de tejeduría decide si se arranca producción o solo servirá para determinado color.
- Si aun teñida se ve el problema se le lleva al G.G. y el decide si se va así o no.
- Supervisor recibe orden de aprobado para arrancar maquina.
- Pesador de tejeduría reparte las etiquetas a las maquinas (al principio de cada turno).
- Operarios tejen los rollos
- Pesador pasa recogiendo rollos con etiquetas (cada 20 o 30 minutos), los pesa e ingresa al sistema peso real del rollo (cambia el estado del rollo en el sistema ahora aparece como "Sin revisión") e imprime 2 etiquetas de polyester para cada rollo.
- Lo traslada a ubicación de revisión en crudo.

- Calidad revisa rollo en crudo y coloca etiquetas de polyester (en el sistema cambian el estado del rollo a “Calidad”)
- Luego de revisado en crudo es trasladado a bodega de tela cruda (se coloca en un rack de tela revisada por calidad).
- Bodeguero de tela cruda clasifica los rollos que fueron revisados por calidad en racks que tengan: mismo código de tela, mismo hilo, misma puntada y mismo proveedor.
- Cuando algún rack que tiene rollos de las mismas características está lleno, se ingresan en el sistema, modulo “Inventario de paso” se ingresa: Ubicación que se le dará, empleado, y No. de cada rollo.
- Se traslada a ubicación asignada en el paso anterior. (Ver anexo 3)

## **2.5 Proceso de acabados de tela**

### **Descripción del proceso**

Exprimir, secar y compactar la tela dando los acabados requeridos por el cliente

### **Maquina**

Santa Shrink Combi

### **Objetivos**

- Realizar los procedimientos de exprimido, secado y compactado mediante el uso de una maquina en serie (combi).
- Darle el ancho requerido a la tela según su código y contrarrestar el estiramiento a lo largo de la tela.
- Darle suavidad y mejor tacto a la tela.

- Eliminar la humedad libre mediante el secado
- Eliminar arrugas con la compactación y provocar la retracción longitudinalmente de las mallas.
- Obtener un acabado de calidad en la tela

### **Descripción del proceso**

- Traer carro con tela desde la abridora (Santacut)
- Ingresar tela en cilindro de alimentación
- Ingresar tela a las unidades exprimidoras, haciéndola pasar por las bateas con agua y suavizante.
- Conducir hacia enderezador de trama y bananas.
- Introducir la tela en las cadenas con agujas en la rama tensora. Darle el ancho.
- Ingresar en secador para eliminar humedad
- Climatizar en la salida, vaporizar
- Quitar la tela de las agujas e introducirlas mediante cilindros ha compactado.
- Compactar y enfriar con cilindro enfriador.
- Plegar o enrollar. Tomar una muestra para el control de calidad.
- Empacar en bolsas plásticas y apilar en un área determinada
- Fin del proceso (Ver anexo 4)

### **Condiciones de la máquina compactadora**

Velocidad mínima en máquina	1 m/min
Velocidad máxima en máquina	20 m/min
Ancho mínimo de cadena	[30.10cm]
Ancho máximo de cadena	[110.40cm]
Temperatura máxima	[150.25°C]

## 2.6 Proceso de tintorería

### Descripción del proceso

- Inicia el proceso en el modulo de formulación de colores y en el submenú de catalogo de recetas, ingresando el número de batch e inmediatamente se despliega: el programa, maquina teñidora, código tela, cantidad en libras, fecha, receta, relación de baño, volumen, velocidad bomba, etc. Se ejecuta, y automáticamente genera receta.
- Luego en el modulo de color se ingresa: el numero de batch y automáticamente despliega: el código de tela, color, relación de baño y se genera el proceso. Se ejecuta (se imprime la receta y procesos) y automáticamente llega la orden a la maquina en la cual se ejecutará el proceso y a la maquina DPA que distribuye los auxiliares.
- Se le entrega al operario de la maquina la receta y procesos que ejecutara.
- Operario ingresa numero de batch en la maquina y automáticamente le saldrá el proceso que debe seguir para ese batch. (el operario se encarga de ir haciendo lo que la máquina de tintorería le indique).
- Se le entrega a jefe de bodega de químicos la receta de las maquinas (para que sepa que peso de sales y colorantes debe llevarle a cada máquina).
- Bodeguero de químicos pesa las sales y soda manualmente en la pesa y las lleva a cada máquina.
- En la maquina "Wiman" se pesa colorante. Cuando el colorante fue pesado con éxito se manda a imprimir un comprobante del colorante enviado. Se adjunta a la receta y se lleva a la máquina para la cual fue solicitado, y el supervisor de tintorería debe de revisar si se recibieron las sales y colorantes.

- El supervisor de tintorería revisa constantemente las operaciones realizadas por el operario.
- Cuando está por terminar el proceso de tintorería, se corta una yarda para ser analizada en el laboratorio húmedo y se comprueba si está bien el color. (En el laboratorio se exprime, se seca y climatiza la muestra, luego se compara con el patrón con el espectrofotómetro si está bien se aprueba el lote, de lo contrario se le lleva a Gerente de tintorería para que él diga si se matiza o está bien así)
- Para Matizar: se cambia el porcentaje de colorante y se hace nuevamente el proceso de teñido en la maquina "Gavazzi" (En el laboratorio húmedo), y cuando el color ya está bien, el encargado de laboratorio le entrega la nueva receta a supervisor de tintorería para que se encargue de ejecutar lo que indica esta.
- Si el color está bien se aprueba el batch y pasa a acabados, se imprime hoja de aprobación.

## **2.7 Subprocesos Tintorería**

En tintorería existen muchos subprocesos que se conocen como "rutas" dependiendo del color de la tela, el acabado, las características finales que se soliciten de parte del cliente, etc. Para el presente estudio se toma el subproceso 4, que corresponde a Blanqueo y descruce, y el proceso 19 que es el que tiene que ver con lavados para teñidos reactivos, estos subprocesos preparan el sustrato textil para su proceso de tintorería con colorantes reactivos y para los demás procesos subsiguientes en el área de acabados. (Ver anexo 5)



## **CAPÍTULO III**

### **SITUACIÓN ACTUAL DE REPRODUCIBILIDAD DEL COLOR, EN LA EMPRESA TEXTIL**

#### **3.1. Pareto de quejas actuales**

Se presenta a continuación el gráfico de Pareto en donde se puede observar que el problema más repetitivo a lo largo de seis meses del primer semestre 2011, es la baja reproducibilidad de color entre lotes. Se observa que el 80% de los defectos está dividido en tres defectos importantes: la baja reproducibilidad de color 57%, luego el tono entre rollos y por último el ancho inferior de la tela. Esta investigación se enfoca directamente en lo que tiene que ver con el primero que es la baja reproducibilidad de color ya que representa el 57%. (Ver figura 2)

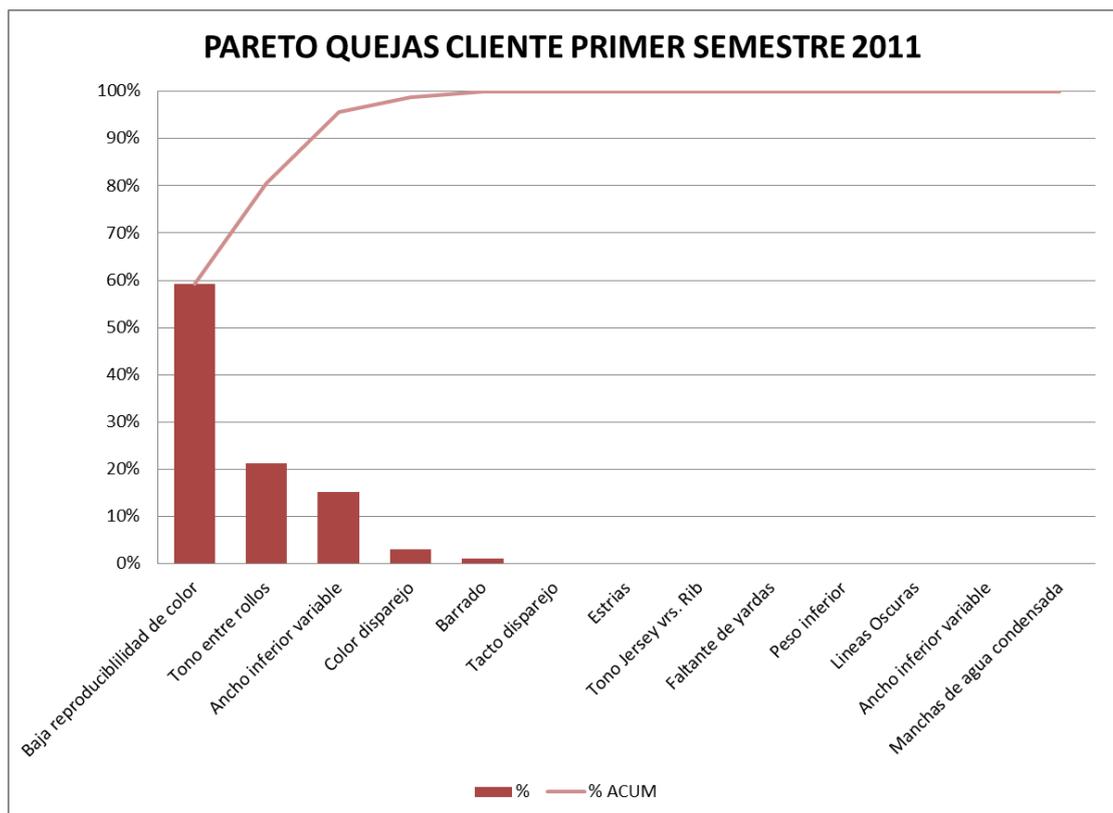
#### **3.2. Muestreo de color por medio de espectrofotometría aplicada a lotes actuales**

El espectrofotómetro permite calcular el Delta E CMC, que es una distancia dada en coordenadas de un color, tomado en tres dimensiones, con las coordenadas de otro color llamado "patrón", quedando la lectura del patrón o base en el medio del cuadrante y el lote a medir en cualquier punto del cuadrante lo que permite un dato cuantitativo que es el que sirve de base para análisis. (Ver anexo 8).

La población tomada en consideración para el estudio, son los lotes elaborados en un mes, a través del cual se procesaron 40 colores de los

cuales se eligieron seis colores, que representa un 15% del total de colores, para evaluar un rango amplio dentro de espectro de colores, se tomaron dos

Figura 2. **Gráfico de Pareto de quejas del cliente durante el primer semestre del 2011**



Fuente: Elaboración propia

dentro de la gama de los claros, dos dentro de la gama de los medios y dos dentro de la gama de los oscuros, y a cada color se le tomaron 4 lecturas de acuerdo al método CIELAB, para determinar que Delta E presentan. La aceptabilidad de un color depende de que este en un Delta E CMC debajo de 1, es decir la lectura para ser aceptable debe estar con un Delta E CMC por debajo de 1.

Para el estudio se tomo una tela que se fabrica diariamente en la planta textil para que sea representativa de la producción: Tela jersey de 135 gramos de peso, algodón 100%, calidad open end, teñido en maquinas MCS 1200 y MCS 800 que son las máquinas de teñido más utilizadas en la textilera, hilo de proveedor certificado, colorantes certificados reactivos. Los auxiliares se aplicaron de acuerdo al proceso textil y la formulación de las recetas se realiza con software y pruebas previas de laboratorio para poderlas replicar luego en la producción a gran escala.

La característica de acabados utilizada es un proceso que permite una tela suave, con hidrofiliabilidad muy buena y con un color que tiene una resistencia al lavado y a la luz solar. Los colorantes y auxiliares utilizados se presentan a continuación:

Tabla 1. **Colorantes utilizados en los lotes analizados**

<b>MATERIAL</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Auxiliares	Acido Acético glacial liquido
Desengomante	Sulfato de sodio crimidesa
Otros auxiliares	Peróxido de hidrogeno
Blanqueadores	Soda Caustica
Colorantes	Teracron red F-SR
	Teracron crimson HFX
	Teracron Navy HXF
	Teracron scarlet HFX-G
	Teracron Turqueza HXF
	Teracron Yellow HXF

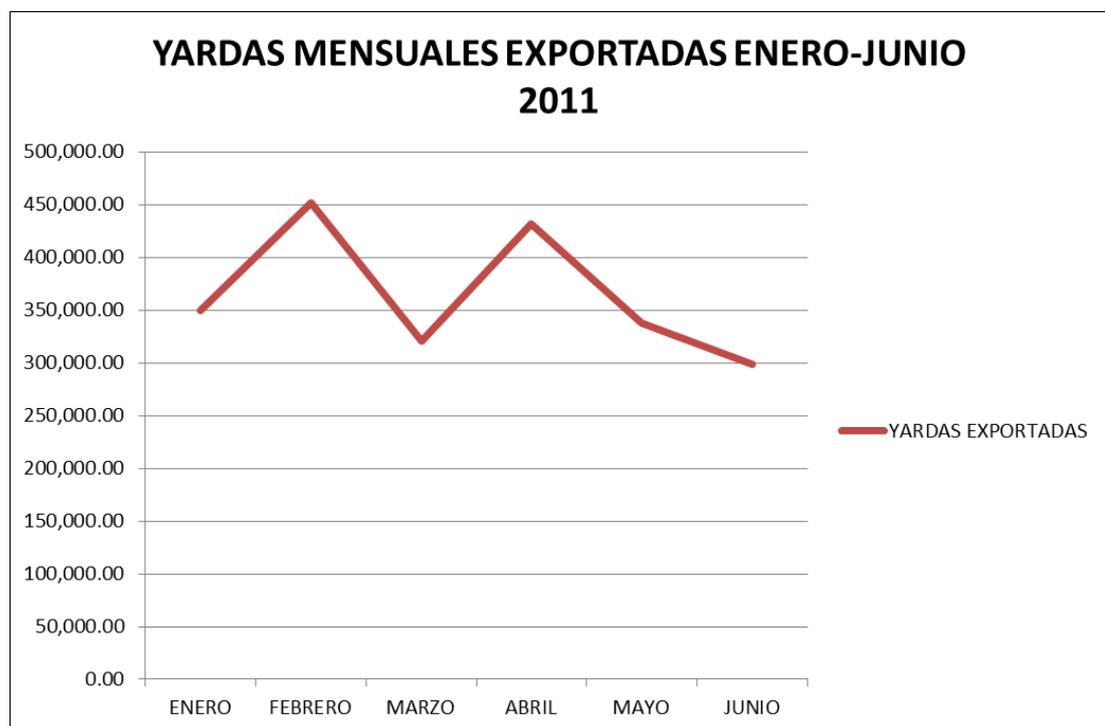
Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Número de lotes a evaluar para la investigación

Para determinar a cuantos lotes tomarle lectura, se procedió a hacer un análisis de cuantos lotes se procesan mensualmente en la planta, tomando

como base el historial de la producción mensual promedio en yardas y determinando cuantos lotes se procesan, aplicando metodología de medición de color CIELAB, y muestreo JC Penney se toma 10% para tener una muestra representativa.

Figura 3. **Gráfico de yardas mensuales exportadas de enero a junio de 2011**



Fuente: Elaboración propia

Se determinó que el promedio mensual en yardas procesado desde enero a junio del año 2011 es de 365,328.09, y el número promedio de lotes es de 457, obteniendo un yardaje promedio de 800 yardas, tomando el 10% del total de lotes se obtiene 45.7 o lo que es igual a 46 lotes a ser evaluados.

Teniendo el dato de cuantos lotes evaluar se procede a tomar lecturas de cada lote los cuales son presentados a continuación, detallando el tipo de

tela que es JAR3050/398OE, que significa que es una tela Jersey abierta, con 30.50" de ancho y un peso de 3.98 onz/m<sup>2</sup>. Elaborada con hilo open end.

Se toma de manera aleatoria el lote a evaluar y se procede a tomar las lecturas en el proceso normal de producción no se hace ningún cambio del proceso simplemente se toman los lotes y se ingresan las lecturas para tener resultados de la situación actual del color, la mezcla de hilos, las diferentes cargas y las diferentes maquinas.

Tabla 2. **Yardas mensuales exportadas primer semestre del 2011**

<b>MES</b>	<b>YARDAS EXPORTADAS</b>	<b>NUMERO LOTES</b>
ENERO	350,268.41	438
FEBRERO	452,036.56	565
MARZO	320,436.10	401
ABRIL	431,819.29	540
MAYO	338,231.15	423
JUNIO	299,177.03	374
TOTAL	2,191,968.54	2741
PROMEDIO	365,328.09	456.83

Fuente: Elaboración propia

### **3.4. Resultados de la medición de color por espectrofotometría**

Las lecturas tomadas por medio de espectrofotómetro a lotes a lo largo de un mes, se toman de acuerdo a los criterios de color, que se han explicado anteriormente, es decir se toman muestras de color claro, medio y oscuro.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de los lotes evaluados después de teñirse y acabarse, en donde se puede observar que de acuerdo a la medición del espectrofotómetro, que existe un nivel de

rechazo por color del 35% de los lotes evaluados, aunque se debe hacer notar que estos lotes podrán ser reprocesados por color y que muchos de ellos no llegaran al cliente final, implica un nivel alto de reproceso para aplicar un matiz al color o sea buscar una igualación de color para mantener el nivel de reproducibilidad, sin embargo esto produce un reproceso alto en la planta textil.

Las lecturas de espectrofotómetro permiten eliminar la subjetividad del estudio ya que con el equipo debidamente calibrado al momento de tomar las lecturas se asegura que la lectura es correcta, en cambio al ser evaluadas con el ojo humano se puede caer en errores por diferencia de percepción al evaluar un color.

Los errores o causales de baja reproducibilidad se analizan mas adelante, en esta fase solamente se esta midiendo el proceso actual para determinar como esta el mismo, encontrandose que se confirma que las quejas de los clientes con respecto al primer semestre del 2011 tienen fundamento ya que se encuentra que el problema de color es algo que debe estudiarse y mejorarse.

Puesto que los resultados que se presentan en la toma de lecturas demuestra que 16 lotes son rechazados al momento de tomar la lectura, el DE CMC no cumple con los parametros de calidad requeridos que significa que las lecturas debieran de estar por debajo de 1.

**Tabla 3. Toma de lecturas de 46 lotes antes de aplicar mejoras**

No. PRUEBA	TIPO TELA	COLOR	LOTE	ROLLO	CONTENEDOR HILO	HILO	LECTURA 1	LECTURA 2	LECTURA 3	LECTURA 4	DECISION
1	JAR3050/398	JERORA-	102376	1215858	FC-0327GTSA	NS30/1ACQ	0.95	0.55	0.46	0.98	ACEPTADO
2	JAR3050/398	JERORA-	102377	1211394	FCC-1147	NS30/1ACQ	1.72	0.21	1.86	1.2	RECHAZADO
3	JAR3050/398	JERORA-	102378	996797	FCC-1147	TT30/1APC	0.30	0.65	0.60	0.58	ACEPTADO
4	JAR3050/398	JERORA-	102379	987680	FC-1121	TT30/1APC	0.46	0.45	0.20	0.78	ACEPTADO
5	JAR3050/398	JERORA-	102380	993856	FC-1166	TT30/1APC	0.77	0.88	0.65	0.84	ACEPTADO
6	JAR3050/398	JERORA-	102381	996873	FCC-11479	TT30/1APC	0.22	1.30	2.03	0.64	RECHAZADO
7	JAR3050/398	JERORA-	102382	1215811	FC-0327GTSA	NS30/1ACQ	0.66	0.67	0.10	0.16	ACEPTADO
8	JAR3050/398	JERORA-	102383	1215801	FC-0327GTSA	NS30/1ACQ	0.46	0.56	0.89	2.21	RECHAZADO
9	JAR3050/398	JERORA-	102384	1214321	FC-0327GTRT	NS30/1ACQ	1.86	2.14	0.56	1.36	RECHAZADO
10	JAR3050/398	JERORA-	102385	1211366	FC-0715	NS30/1APC	0.60	0.99	0.94	0.86	ACEPTADO
11	JAR3050/398	JERORA-	102386	1211418	FC-0481	NS30/1APC	0.20	0.20	0.68	0.82	ACEPTADO
12	JAR3050/398	JERORA-	102387	1213649	FC-0481	NS30/1APC	0.65	0.30	0.97	0.91	ACEPTADO
13	JAR3050/398	JERORA-	102388	1213663	FC-0481	NS30/1APC	0.67	0.35	0.65	0.67	ACEPTADO
14	JAR3050/398	JERORA-	102389	1213690	FC-0481	NS30/1APC	0.10	0.89	0.64	0.79	ACEPTADO
15	JAR3050/398	JERORA-	102390	996878	FCC-114RT	TT30/1APC	2.65	0.65	0.37	2.53	RECHAZADO
16	JAR3050/398	JERORA-	102391	1211348	FC-0327GTSA	NS30/1ACQ	0.56	0.45	0.15	0.67	ACEPTADO
17	JAR3050/398	JERORA-	102392	1214251	FC-0327G	NS30/1ACQ	0.94	0.65	1.19	1.43	RECHAZADO
18	JAR3050/398	JERORA-	102393	1213706	FC-0481	NS30/1APC	0.68	0.31	0.37	0.28	ACEPTADO
19	JAR3050/398	JERORA-	102394	1211364	FC-0715	NS30/1APC	0.97	0.56	0.08	0.65	ACEPTADO
20	JAR3050/398	JERORA-	102395	1213664	FC-0481	NS30/1APC	0.65	0.67	0.42	0.34	ACEPTADO
21	JAR3050/398	JERORA-	102396	1211373	FC-0715	NS30/1APC	0.64	0.67	0.93	0.96	ACEPTADO
22	JAR3050/398	JERORA-	102397	1211411	FC-0715	NS30/1APC	0.37	0.10	0.60	0.34	ACEPTADO
23	JAR3050/398	JERORA-	102398	993854	FC-1166	TT30/1APC	0.15	0.78	0.09	0.15	ACEPTADO
24	JAR3050/398	JERORA-	102399	1210114	FC-0327GTSA	NS30/1ACQ	1.19	1.45	1.22	0.56	RECHAZADO
25	JAR3050/398	JERORA-	102400	1211356	FC-0327GTSA	NS30/1ACQ	0.37	0.13	0.32	0.18	ACEPTADO
26	JAR3050/398	JERORA-	102401	1215868	FC-0327GTSA	NS30/1ACQ	0.78	0.89	0.71	0.19	ACEPTADO
27	JAR3050/398	JERORA-	102402	1214257	FC-0327GTSA	NS30/1ACQ	0.42	0.20	1.69	0.59	RECHAZADO
28	JAR3050/398	JERORA-	102403	1213708	FC-0481	NS30/1APC	0.93	2.46	0.26	0.99	ACEPTADO
29	JAR3050/398	JERORA-	102404	1213664	FC-0481	NS30/1APC	0.60	0.48	0.94	0.99	ACEPTADO
30	JAR3050/398	JERORA-	102405	1210198	FC-0481	NS30/1APC	0.95	0.60	0.92	0.46	ACEPTADO
31	JAR3050/398	JERORA-	102406	996782	FCC-1147	TT30/1APC	1.22	1.09	0.69	1.01	RECHAZADO
32	JAR3050/398	JERORA-	102407	1211389	FC-0327GTSA	NS30/1ACQ	0.32	0.89	0.96	0.99	ACEPTADO
33	JAR3050/398	JERORA-	102408	1215813	FC-0345BG	NS30/1ACQ	0.71	0.56	1.56	1.78	RECHAZADO
34	JAR3050/398	JERORA-	102409	1214243	FC-012RT7	NS30/1ACQ	1.69	0.41	1.54	1.22	RECHAZADO
35	JAR3050/398	JERORA-	102410	1214252	FC-0327GTSA	NS30/1ACQ	0.26	0.89	0.23	0.32	ACEPTADO
36	JAR3050/398	JERORA-	102411	1214311	FC-0327GTSA	NS30/1ACQ	0.94	0.37	0.05	0.71	ACEPTADO
37	JAR3050/398	JERORA-	102412	994911	FCC-1147	TT30/1APC	0.92	0.79	0.87	0.68	ACEPTADO
38	JAR3050/398	JERORA-	102413	1214040	FC-0481	NS30/1APC	0.69	0.49	0.79	0.97	ACEPTADO
39	JAR3050/398	JERORA-	102414	1190143	FC-1145GTSA	NS30/1ACQ	0.78	0.87	0.67	0.65	ACEPTADO
40	JAR3050/398	JERORA-	102415	1216367	FC-0327UU5	NS30/1ACQ	1.23	0.95	1.36	1.7	RECHAZADO
41	JAR3050/398	JERORA-	102416	1216361	FC-89OPY	NS30/1ACQ	1.54	1.72	1.23	1.3	RECHAZADO
42	JAR3050/398	JERORA-	102417	1214058	FC-0481	NS30/1APC	0.21	0.30	0.95	0.79	ACEPTADO
43	JAR3050/398	JERORA-	102418	1210119	FC-0327GTSA	NS30/1ACQ	0.36	0.46	0.56	0.32	ACEPTADO
44	JAR3050/398	JERORA-	102419	1215852	FC-0327GTSA	NS30/1ACQ	1.22	0.77	1.29	0.15	RECHAZADO
45	JAR3050/398	JERORA-	102420	1215804	FC-0327GTSA	NS30/1ACQ	1.4	0.22	0.9	1.42	RECHAZADO
46	JAR3050/398	JERORA-	102421	1215860	FC-0327GTSA	NS30/1ACQ	1.26	1.34	0.4	0.94	RECHAZADO

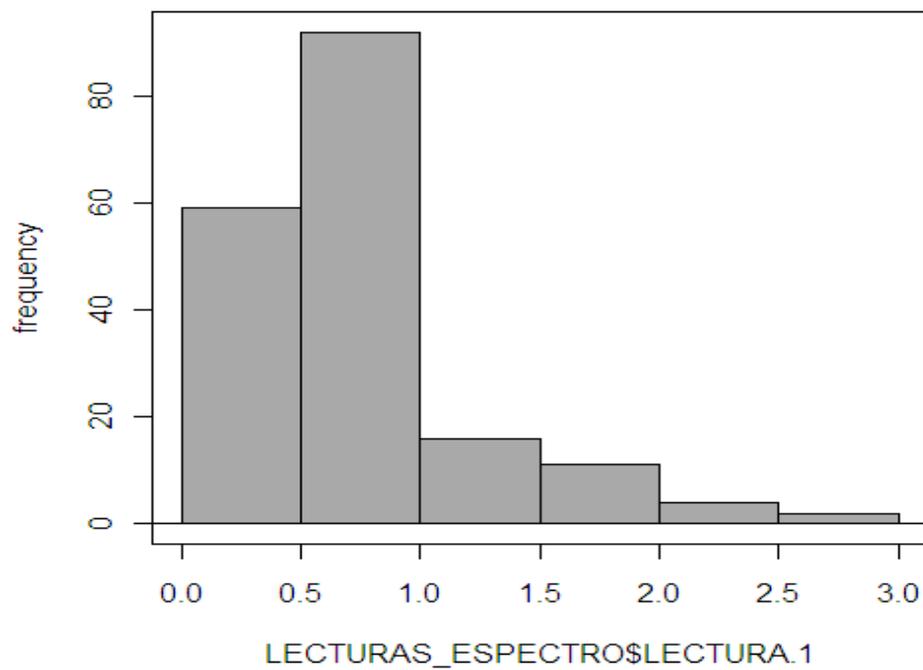
<b>ACEPTADOS</b>	<b>30</b>
<b>RECHAZADOS</b>	<b>16</b>
<b>TOTAL</b>	<b>46</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.5 Distribución de los datos correspondiente a las lecturas actuales

Tomando los datos de Delta E, del cuadro anterior se realiza un análisis para determinar la distribución de las lecturas por medio de un histograma, el cual muestra que el proceso de color en estos lotes no está centrado, las lecturas van desde 0 hasta 3.0 de Delta E lo cual es totalmente inaceptable, teniendo una mayor frecuencia entre .05 y 1.0.

Figura 4. **Histograma de lectura de colores proceso actual**

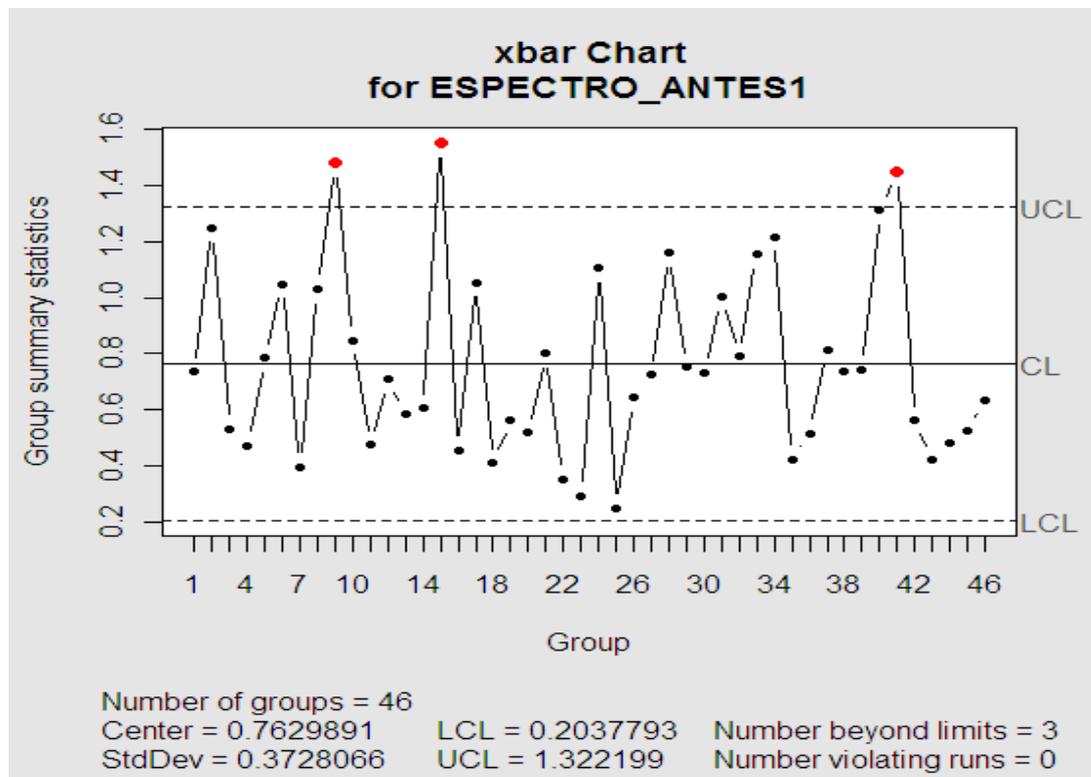


Fuente: Elaboración propia

### 3.6 Gráfico de control de lecturas actual

Para determinar si el proceso se encuentra bajo control, se realiza el gráfico de control, determinando que efectivamente el proceso no está bajo control y tampoco cumple con la especificación dada por el cliente en cuanto a que el máximo tolerable es 1, lo que se observa es que los límites con los que se está trabajando en realidad son de .20 inferior y 1.32 superior, que es un rango muy alto en términos de colorimetría, presentando además una desviación estándar de .37

Figura 5. Gráfico de control de lecturas de espectrofotómetro proceso actual



Fuente: Elaboración propia



## **CAPÍTULO IV**

### **PROPUESTA DE SOLUCIÓN**

#### **4.1 Identificación de factores críticos en el proceso de tintorería actual**

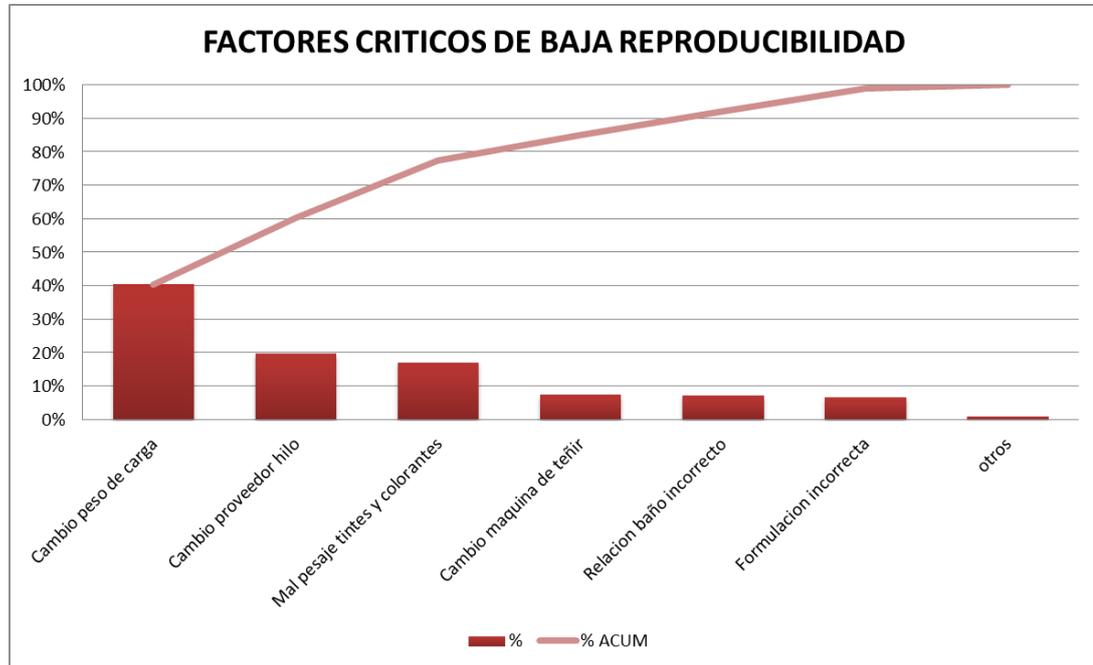
##### **4.1.1 Diagrama causa efecto**

Después del análisis de los procesos textiles de manera detallada, así como también la grafica de Pareto total de defectos y el estudio de medición de color en tela jersey anteriormente descrito, se procede a realizar diagrama de causa efecto para enumerar las posibles causas encontradas en los distintos procesos. El análisis general de los procesos genera distintas posibles causas al observar los diagramas de flujo antes descritos en el capítulo II, también se analizan los procesos críticos de tintorería para determinar cuáles son los que pueden perjudicar la reproducibilidad de manera directa e indirecta. (Ver anexo 6)

##### **4.1.2 Pareto de factores o causas identificadas de baja reproducibilidad de color actual**

Luego de revisar la frecuencia de los factores críticos se genera un diagrama de Pareto para ordenar la información generada al analizar uno a uno cada lote fuera de parámetros identificando cual fue la causa específica por la que se produjo el cambio de tono, con el propósito de eliminar los muchos triviales e identificar los pocos vitales se procede a cuantificar las causas que acumula el 80%.

Figura 6. Pareto de factores críticos de baja reproducibilidad de color



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2 Revisión, análisis y aplicación de mejora para minimizar las tres causas más frecuentes que acumulan el 80% de las mismas

Las causas identificadas se distribuyen así:

- Cambio de peso de carga 40%
- Cambio de proveedor de hilo 20%
- Mal pesaje de tintes y auxiliares 17%
- Cambio maquina de teñido 8%
- Relación de baño incorrecta 7%
- Formulación incorrecta 7%
- Otros 1%

Se procede a revisar en qué consiste el problema y hallar una posible solución al mismo.

#### 4.2.1 Causa 1: Cambio peso de carga en maquina

Consiste en que para un mismo color se asignan diferentes tamaños de carga en una misma máquina o en diferente maquina sin tomar en consideración los factores de igualación, que producen cambios significativos en el color. Se presenta el peso en libras de los lotes analizados en el siguiente cuadro.

Tabla 4. Cuadro de pesos por carga detallado en libras

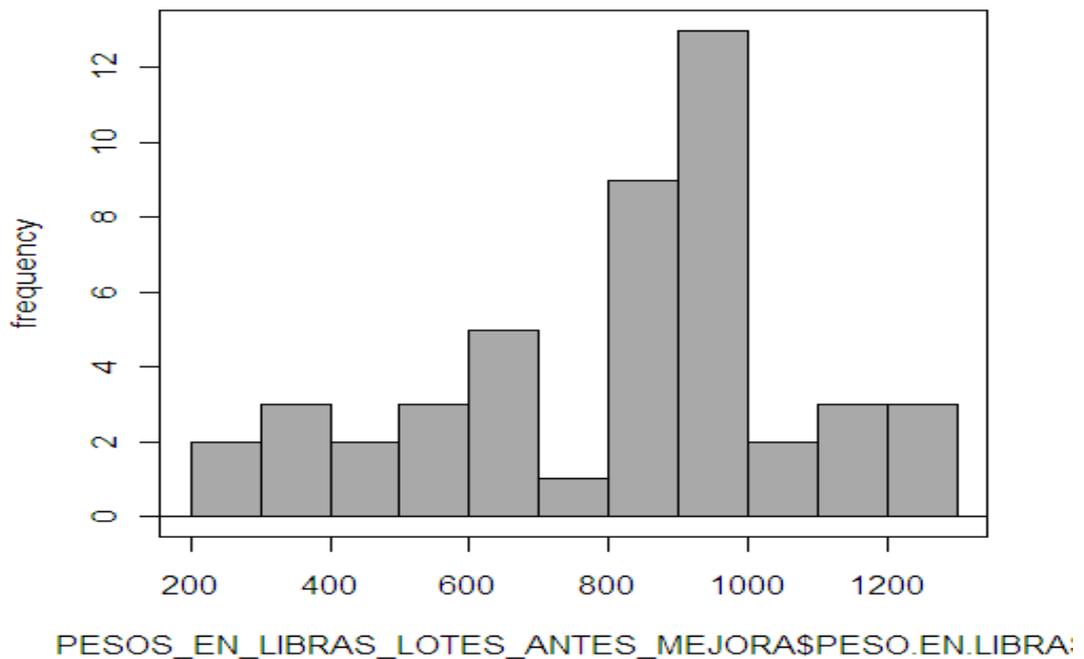
#	LOTE	PESO EN LIBRAS
1	102376	961.9
2	102377	1194.2
3	102378	619.2
4	102379	624
5	102380	970
6	102381	600.1
7	102382	1201.1
8	102383	979.6
9	102384	585.8
10	102385	456.23
11	102386	1221.5
12	102387	326.59
13	102388	919
14	102389	940.6
15	102390	951.8
16	102391	955.74
17	102392	968
18	102393	1014.4
19	102394	974
20	102395	620
21	102396	1096.3
22	102397	1135.9
23	102398	273.15
24	102399	379.56
25	102400	889.65
26	102401	897.7
27	102402	653.27
28	102403	900.5
29	102404	426.89
30	102405	895.6
31	102406	896.5
32	102407	1209.56
33	102408	894.4
34	102409	920.6
35	102410	893.55
36	102411	758.7
37	102412	534.49
38	102413	806.7
39	102414	855.15
40	102415	256.81
41	102416	300.69
42	102417	904.05
43	102418	516.67
44	102419	905.65
45	102420	1126.27
46	102421	823.25

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2 Distribución de los pesos de las cargas actuales

La distribución de pesos tomada de la tabla anterior y presentada a continuación por medio de un histograma, denota que los pesos de las cargas están distribuidos de manera muy dispersa desde 200 a 1200 libras variando de lote a lote lo que no permite uniformidad en el color, se denota una mayor frecuencia de pesos entre 800 y 1000 libras.

Figura 7. **Histograma de cargas de tela para teñir en el proceso actual**



Fuente: Elaboración propia

Posible Solución: Se puede ver en el cuadro de peso en libras por lote que la variación de pesos es bastante alta, con un mínimo de 256.81 libras y un máximo de 1221.5 libras lo que permite un rango muy abierto entre el mínimo y el máximo de 964.9 libras. La solución es planificar lotes de

tamaño estándar dependiendo de la capacidad de las máquinas, esto es posible si se generan cargas óptimas lo que actualmente no se hace, estas cargas óptimas permitirán un mayor control en el proceso de tintorería ya que se utiliza exactamente la misma receta en todos los lotes, además permite optimizar los recursos en cuanto a seteo de máquinas, relaciones de baño, cantidades de auxiliares, etc., el libraje puede estar en mas 15 libras o menos 15 libras pero no más de estos rangos. Para poder mejorar este proceso se debe seguir o utilizar como base el cuadro de cargas óptimas en libras abajo indicado que son las recomendadas por el proveedor del equipo, por lo que se debe dividir una orden en lotes estandarizados a ser trabajados en una maquina de tintorería y en el ultimo lote proyectar un faltante o excedente no mayor del 3% para no perjudicar los tamaños de carga.

A continuación el cuadro con cargas optimas y relación de baño a las que se llego luego de analizar las distintas alternativas, y respetando las recomendaciones de carga del proveedor.

Tabla 5. **Pesos por carga sugeridos en libras y por maquina**

<b>TELA</b>	<b>MCS 1200</b>	<b>MCS 800</b>	<b>SAT 2</b>	<b>CAMEL</b>	<b>RELACION BAÑO</b>
JERSEY OPEN END	1200	960	960	720	2Lbs. en 7 lts H2O
JERSEY ANILLOS CARDADO	1000	720	720	625	2Lbs. en 7 lts H2O
JERSEY ANILLOS PEINADO	900	650	650	420	2Lbs. en 7 lts H2O

Fuente: Elaboración propia

#### **4.2.3 Causa 2: Cambio proveedor hilo**

Consiste en que no hay un control de inventarios definido, cuando tejeduría solicita hilo da la “libertad” de que tomen el hilo que este a la mano y esto provoca una mezcla en proveedores de hilo en un mismo lote u orden lo que permite baja reproducibilidad de color en los lotes analizados.

Posible Solución: utilizar un mismo proveedor de hilo por orden. En los lotes detectados con baja reproducibilidad de los 46 analizados, se observó un 20% de los mismos con mezcla de proveedor de hilo en el mismo lote.

Al correr lotes sin mezcla de hilos se observa que se disminuye el error de reproducibilidad, sin embargo esto debe ser garantizado con un método de control que no existe en la actualidad en bodega de hilos, se debe despachar por contenedor y fecha de entrada del hilo e indicar cuándo se está finalizando un contenedor de hilo para tomar acciones preventivas como igualación en el laboratorio, o el manejo de una excepción controlada a fin de no afectar el resultado de color final en la orden de producción. Además con la información pertinente, el departamento de tintorería debe tomar acciones y pruebas laboratorio para garantizar que se podrá reproducir el color.

#### **4.2.4 Causa 3: Mal pesaje de colorantes y auxiliares**

Consiste en que hay una variabilidad y descuido al momento de pesar los colorantes, en algunos casos se encuentran variaciones de entre .5 y 1.5 gramos lo cual no está en control.

Posible solución: implementar controles aleatorios para asegurar el buen pesaje de colorantes, utilizar equipo automatizado para el pesaje.

Se determina que en un 18% de los lotes el pesaje de los colorantes está fallando entre .5 y 1.5 gramos lo cual ya es crítico al momento de teñir, al haber cambios de pesaje en una misma receta, esto repercute en el color o tono final de la tela y no permite que el color se reproduzca dentro de los parámetros aceptables.

#### **4.2.5 Otras causas**

Las otras causas como cambio de máquina de teñir, relación de baño incorrecta, formulación incorrecta y otras, no constituyen de momento factores críticos, pero pudieran en algún momento entrar también a perjudicar el resultado final de la reproducibilidad de color.

Entre las otras causas que se encontraron, se pueden enumerar

- Tiempo de giro(se determino que debe estar entre 2 y 3 minutos)
- Nivel de blanqueo
- Litros de agua por kilogramo, de acuerdo a la relación de baño que pida la receta
- pH de pre blanqueo debe ser superior a 11,
- pH de teñido, entre 7 y 8

#### **4.3 Experimentación con aplicación de acciones correctivas para mejora**

Después de analizar las conclusiones anteriores, se toman 46 lotes nuevos de manera controlada tomando como base las posibles soluciones y acciones correctivas como:

- Cargas estandarizadas: Se forman lotes de 1200 libras y 960 para ser probadas en maquina de teñido MCS y Sat 2, no se permiten lotes con más de 15 libras de diferencia entre lote y lote.
- Evitar cambio de proveedor de hilo en orden: Se asigna un solo título, contenedor, cosecha y proveedor de hilo para hacer el test.

- **Pesaje exacto de colorantes y auxiliares:** Se controla que los pesajes sean exactos de acuerdo a la receta, utilizando los mismos colorantes reactivos utilizados en los primeros 46 lotes, solamente que se monitorea que los pesajes sean exactos. También se controla el Tiempo de giro, Nivel de blanqueo, litros de agua por kilogramo, pH de pre blanqueo y teñido.

#### **4.4 Medición de color en lotes en los que se aplicaron las acciones correctivas**

Se presenta la tabla con los resultados de medición de color por medio de espectrofotómetro de los lotes realizados bajo control. (Ver tabla 6)

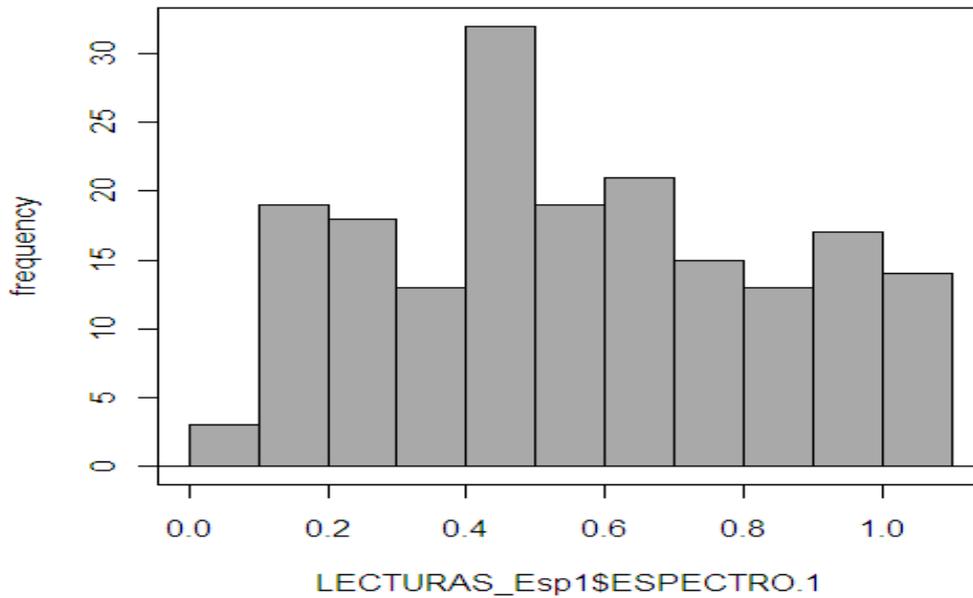
Al terminar todas las pruebas realizadas se demuestra una reproducibilidad de 41 lotes de 46 que representa un 89% de lotes con reproducibilidad aceptable, la mejora significativa puede dar como resultado la satisfacción del cliente, baja de reprocesos y satisfacción de los equipos de trabajo involucrados.

#### **4.5 Distribución de lecturas en lotes mejorados**

Se presenta a continuación el histograma que refleja que los datos arrojados por las nuevas lecturas tomadas en los lotes bajo control, están aun dispersos pero dentro de las tolerancias aceptables en su mayoría, entre 0.0 y 1.1. (Ver figura 9)



Figura 8. **Histograma de lecturas de espectrofotómetro en lotes mejorados**



Fuente: Elaboración propia

#### 4.6 Grafico de control de lotes mejorados

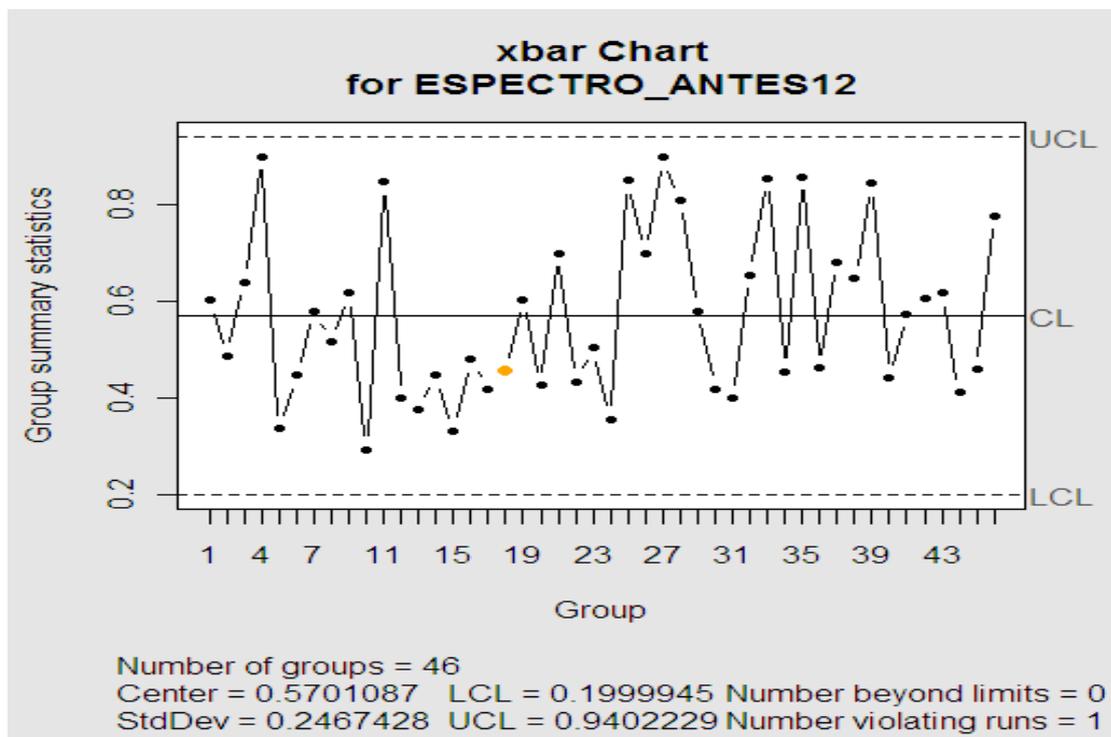
Al realizar el grafico de control de las lecturas aplicadas a los lotes mejorados, se establece que el proceso de reproducibilidad se encuentra bajo control mostrando un límite inferior de 0.19 y un límite superior de .94 que también cumple con las especificaciones de calidad. (Ver figura 9)

#### 4.7 Análisis de capacidad del proceso de las nuevas lecturas

Como el proceso se encuentra bajo control se hace un análisis de capacidad de proceso en donde se demuestra que aplicados los cambios en cuanto a carga optima, evitar cambio de proveedor de hilo y un pesaje de colorantes adecuado, el proceso es capaz y cumple con los requerimientos

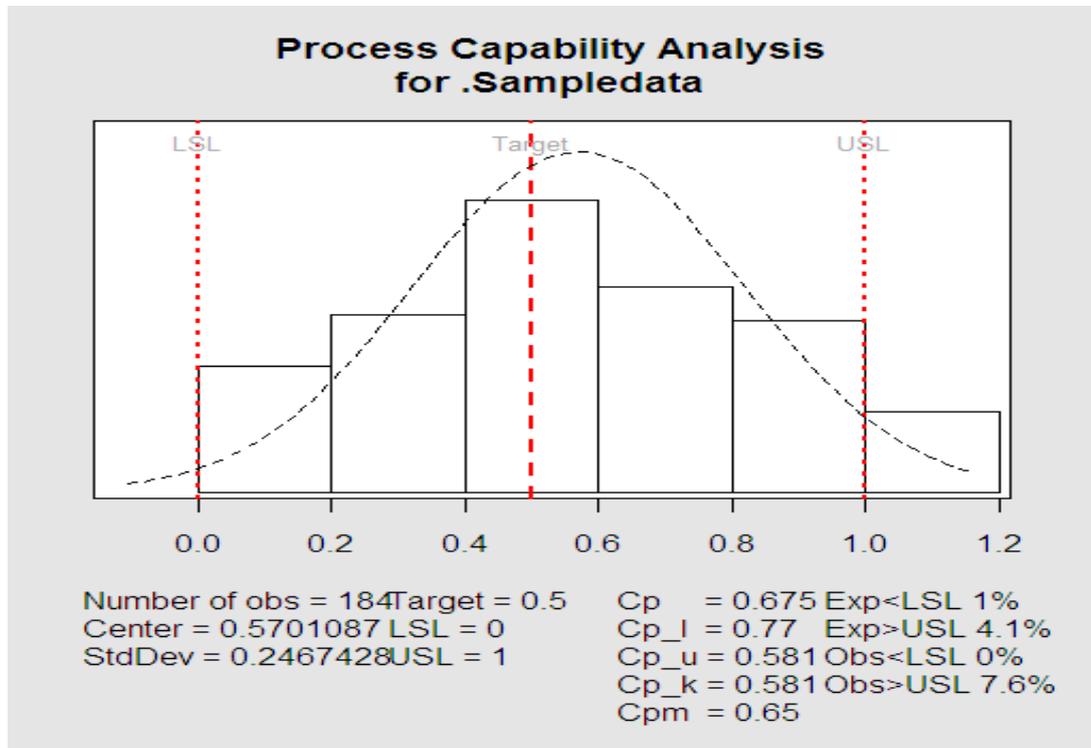
de calidad aceptables, con un 1% fuera de parámetros hacia abajo y un 4.1% fuera de parámetros hacia arriba, haciendo un total de 5.1% fuera de parámetros lo que es muy inferior con la medición realizada antes de la mejora que es de 35% fuera de parámetros aceptables. (Ver figura 10)

Figura 9. **Gráfico de control de lotes mejorados**



Fuente: Elaboración propia

Figura 10. **Gráfico de análisis de capacidad de proceso en lotes mejorados**

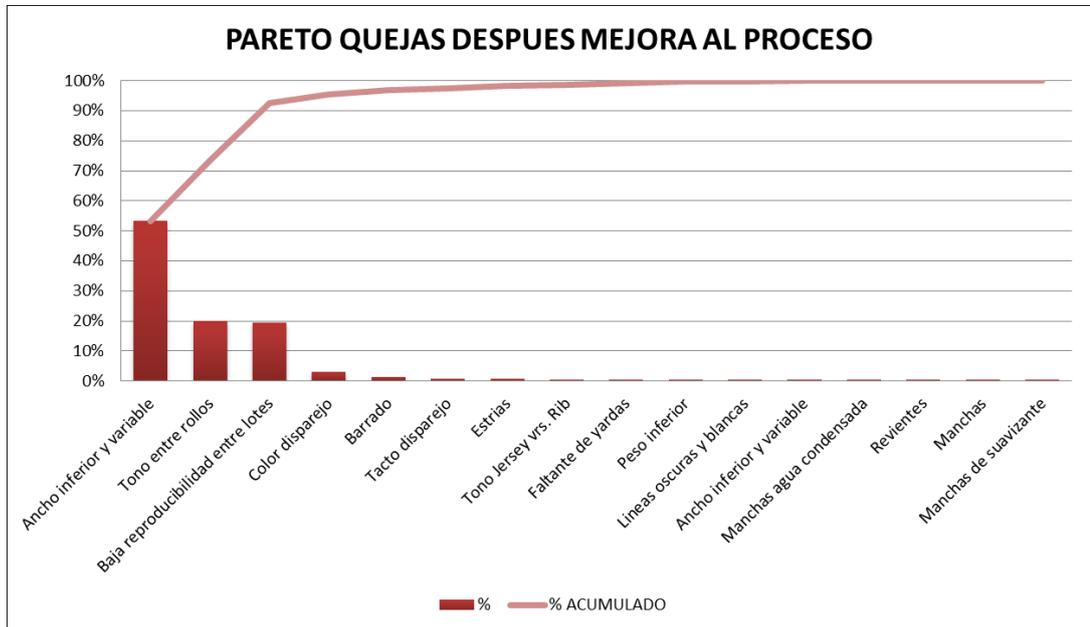


Fuente: Elaboración propia

#### 4.8 Medición de quejas, de los lotes mejorados

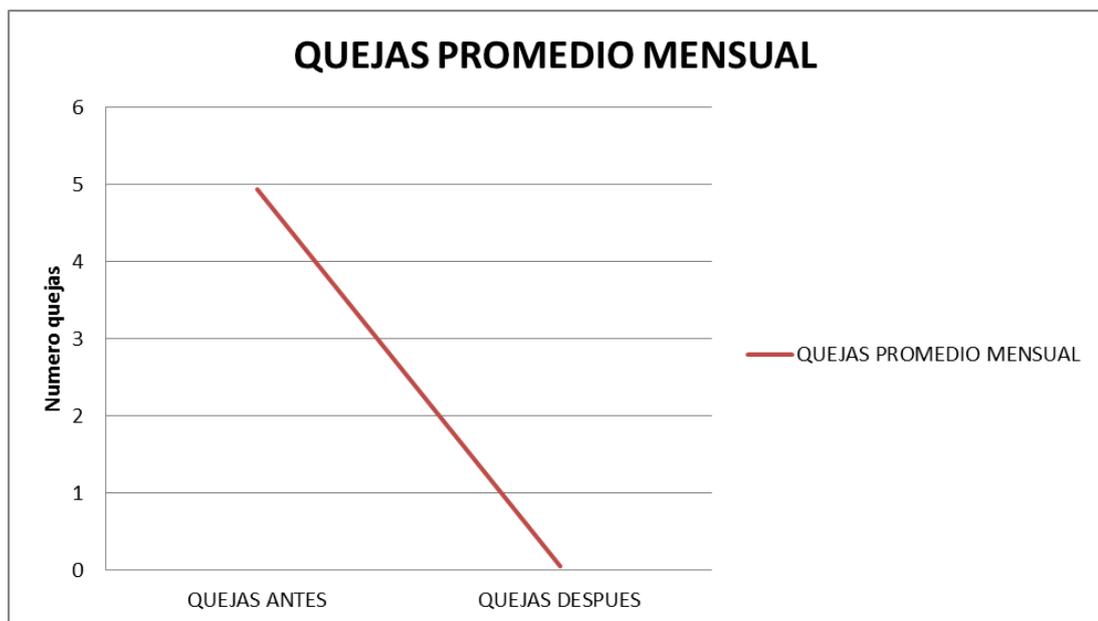
Luego de aplicar la mejora en los procesos textiles con base en la eliminación de los factores críticos de baja reproducibilidad identificados; se procedió a enviar los lotes en diferentes embarques para determinar los comentarios y observaciones del cliente, se encontró que la baja reproducibilidad pasa del primer lugar al tercer lugar, lo que se puede observar en el gráfico de Pareto, además se puede ver en el gráfico comparativo de quejas antes y después que existe una mejora significativa, se cambia de un promedio de 4.94 quejas a 0.45 por baja reproducibilidad lo que es un cambio muy importante en las quejas.

Figura 11. Gráfico de Pareto de quejas después de mejora de proceso



Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Gráfico comparativo número de quejas promedio mensuales por baja reproducibilidad de color



Fuente: Elaboración propia



## CONCLUSIONES

1. Luego de realizar el presente estudio, se concluye que los tres factores que influyen en la baja reproducibilidad de color entre lotes de tela son: Peso de las cargas, Proveedor de hilo, Cantidad variable de tinta y auxiliares utilizados, estos factores representan el 80% de las causas analizadas en el gráfico de Pareto, las cuales no permiten la reproducibilidad adecuada del color entre lotes.
2. Se determina que los valores estándar para cada factor que influye negativamente en la reproducibilidad de color entre lotes son: peso de las cargas 40%, proveedor de hilo 20%, cantidad de tinta y auxiliares utilizados 17%, además se observa que el que el proceso textil actual permite alta variabilidad de color entre lotes debido a que de 46 lotes sometidos a mediciones de espectrofotometría se observó que el 36% de los mismos no cumple con el parámetro de Delta E CMC menor a 1.
3. Se observa que al aplicar las mejoras en lotes controlados, se disminuyen los reclamos de parte del cliente después de estandarizar los cambios para evitar la variabilidad en los procesos y reducir los tres factores más significativos de baja reproducibilidad de color que son: Peso en las cargas, Proveedor de hilo y Cantidad de tinta y auxiliares utilizados, se mejora de 4.94 quejas por color promedio mensuales, a 0.45 en lo que corresponde a reclamo de los clientes.



## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda reducir los tres factores que demostraron ser los más perjudiciales al momento de reproducir un color: Peso de cargas, Proveedor de hilo, Cantidad de tintes y auxiliares utilizados, implementando un sistema que permita mejorar el resultado global final de la reproducibilidad, analizando las causas raíces individuales, aplicar mejoras y estandarizar las mismas.
2. Se recomienda eliminar cada factor de baja reproducibilidad utilizando el análisis del grafico de Pareto, iniciando por disminuir el peso de las cargas que representa un 40%, la estandarización del proveedor de hilo que significa un 20% y la cantidad de tintes y auxiliares que es un 17%. Utilizar un sistema de inventarios que no permita mezclas de proveedor de hilo, disminuir al mínimo las variaciones concernientes al peso de colorantes y auxiliares en el área de tintorería por medio de controles aleatorios que sean documentados y que arrojen información estadística clara y sencilla para tomar acciones de mejora inmediatos para todos los involucrados en el proceso.
3. Es indispensable implementar y mantener un sistema de captura de quejas que sea cuantificable para entender las necesidades del cliente y enfocarse de manera adecuada en satisfacer dichas necesidades, así como adecuar el sistema de calidad para que sea capaz de detectar los mismos errores que detecta el cliente, en cuanto a la reproducibilidad de color es necesario corroborar la correlación entre los equipos de medición de color para arrojar datos similares.



## BIBLIOGRAFÍA

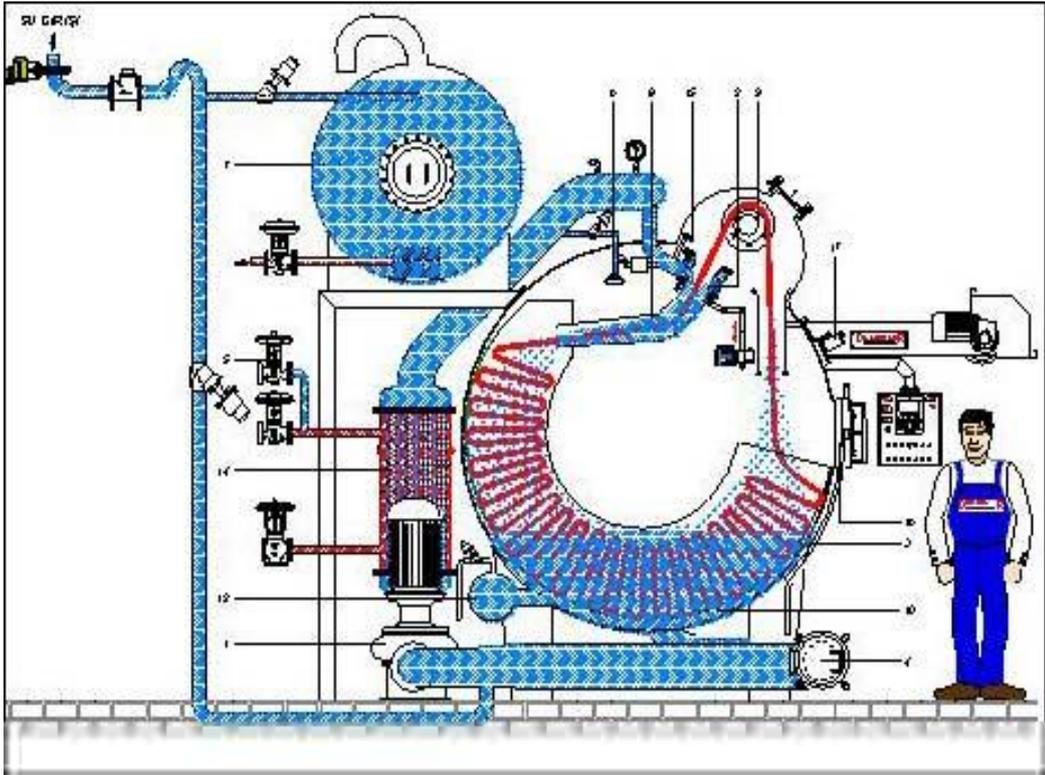
1. American Psychological Association. (2009). *Publication Manual of the American Psychological Association*. (6ª. Ed.). Washington DC: American Psychological Association.
2. Asociación de Químicos y Textileros argentinos. (2009) *Proceso de tintorería y su control*. Recuperado de <http://www.laindustriatextil.com.ar/servicios/historia.htm>.
3. Cegarra, J. (1996). *Introducción al blanqueo de materias textiles*. Barcelona
4. Cegarra, J. (1987). *Fundamentos de la maquinaria de tintorería*. Barcelona.
5. Castillo Morales, J. (2005). *Implementación del control estadístico de calidad en el producto terminado en una planta textil de tejido de punto*. (Tesis pregrado). Universidad De San Carlos de Guatemala, Guatemala
6. Crossley, M. (2000). *Statistical Quality Methods*. Wisconsin: American Society for Quality.
7. Díaz, B. (1996). *Teoría del color*. Argentina. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos3/color/color.shtml>.

8. Hernández Sampieri, Roberto. (2006). Metodología de la investigación. (4ta. Edición). México: McGraw-Hill Interamericana
9. Hunter Lab. (2001). *Principios básicos de medida y percepción de color*. Información técnica. Hunter Lab.
10. Hollen, N., Saddler, J. (2004). *Introducción a los Textiles*. México: Limusa.
11. Imai, M. (1998). *Kaizen*. (10a. Ed.). México: Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V.
12. James, E., William, L. (2008). *Administración y control de la calidad*. (7ª. Ed.). México: Thompson.
13. JC Penney Group. (2006). *Quality Control Guidelines for Manufacturing of Apparel*. Estados Unidos.
14. Juran, J., Godfrey A. (1998). *Juran's Quality Handbook*. (5ta. Ed.). New York: McGraw Hill.
15. Llobet, B. (1984). *Tensioactivos y auxiliares en preparación y tintura*. Barcelona: Asociación Española de químicos y coloristas textiles.
16. Mears, P. (1995). *Quality Improvement Tools & Techniques*. New York: McGraw Hill

17. Puente, P., Cegarra, J., y Valdeperas, J. (1981). *Fundamentos científicos Aplicados de la tintura de materias textiles*. Barcelona (1981).
18. Sampieri, R., Collado, C., y Lucio P. (2003). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
19. Steiner, George. (1995). *Planeación Estratégica*. (18ª. Ed.). México: Compañía Editorial Continental, S. A. de C.V.
20. Sello, S., Lewin, M. (1984). *Handbook of fiber science and technology I: Chemical M. Processing of fibers and fabrics. Fundamentals and Preparation*. New York.
21. Shah, H. S. (1993). *Medida de igualación en colores textiles*. España: Aido.



**ANEXO 1**  
**PROCESO DE TEÑIDO TEXTIL**

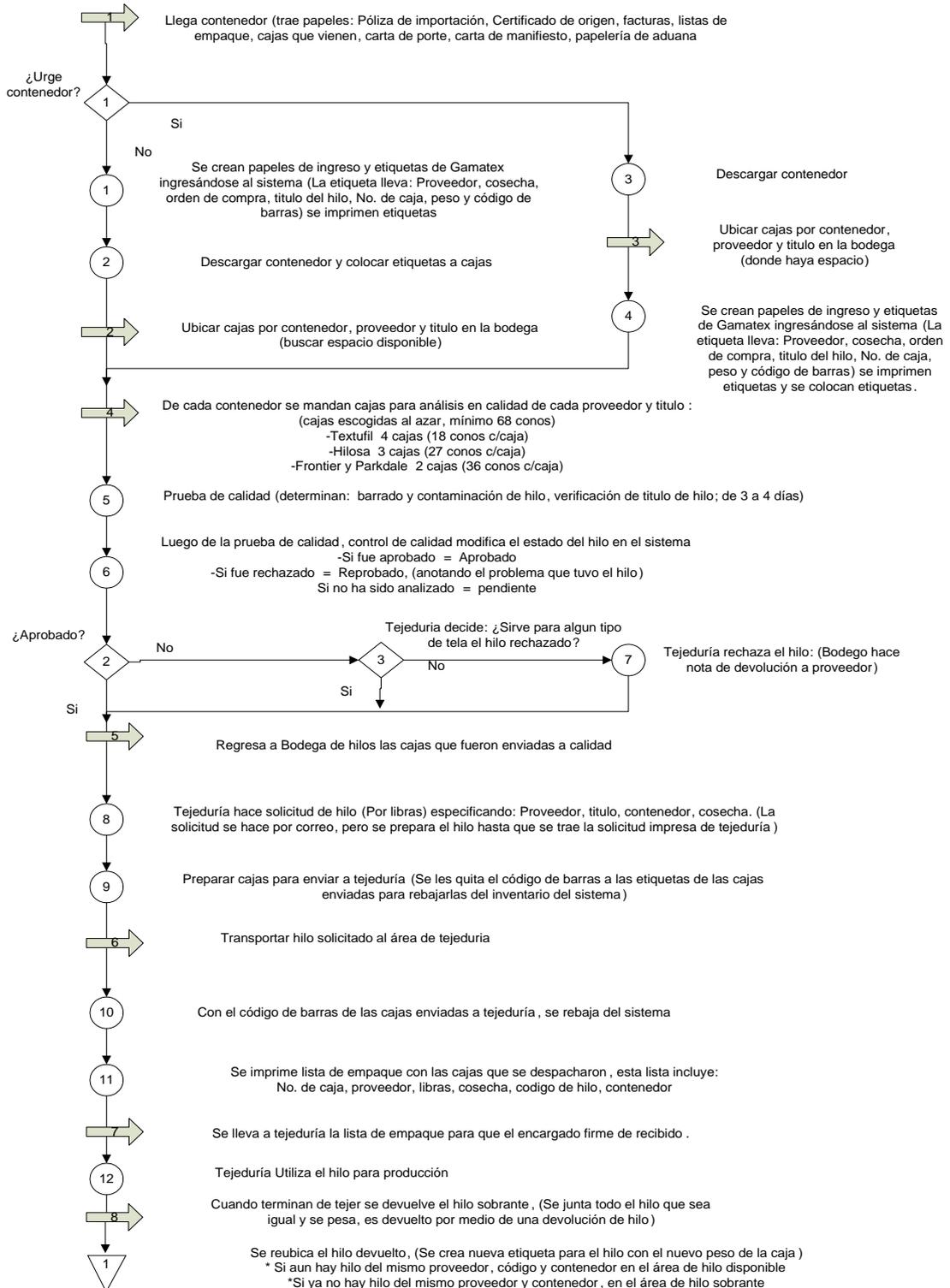


Fuente: Planta textil



## ANEXO 2

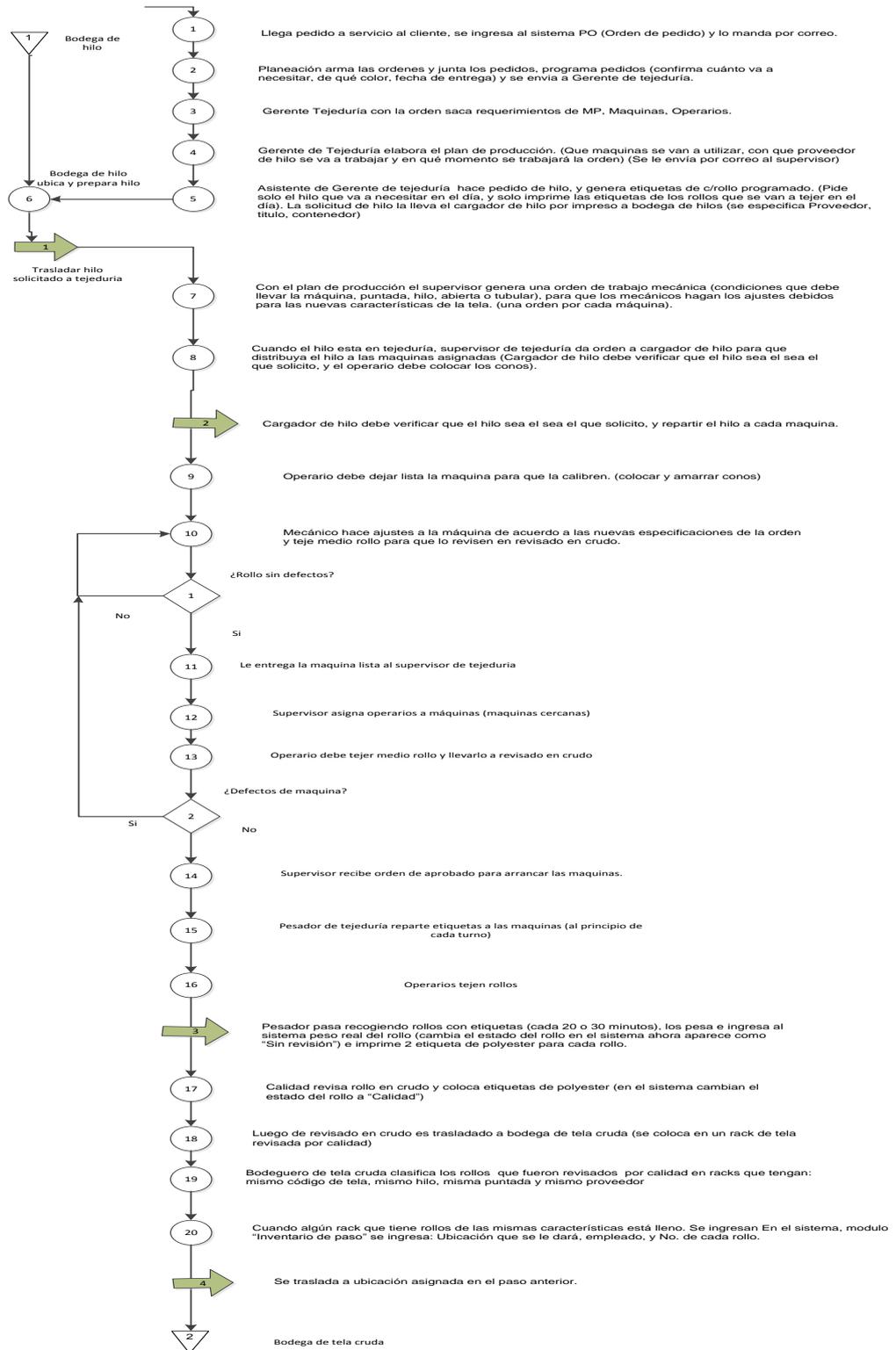
### DIAGRAMA DE FLUJO RECEPCIÓN DE HILOS





# ANEXO 3

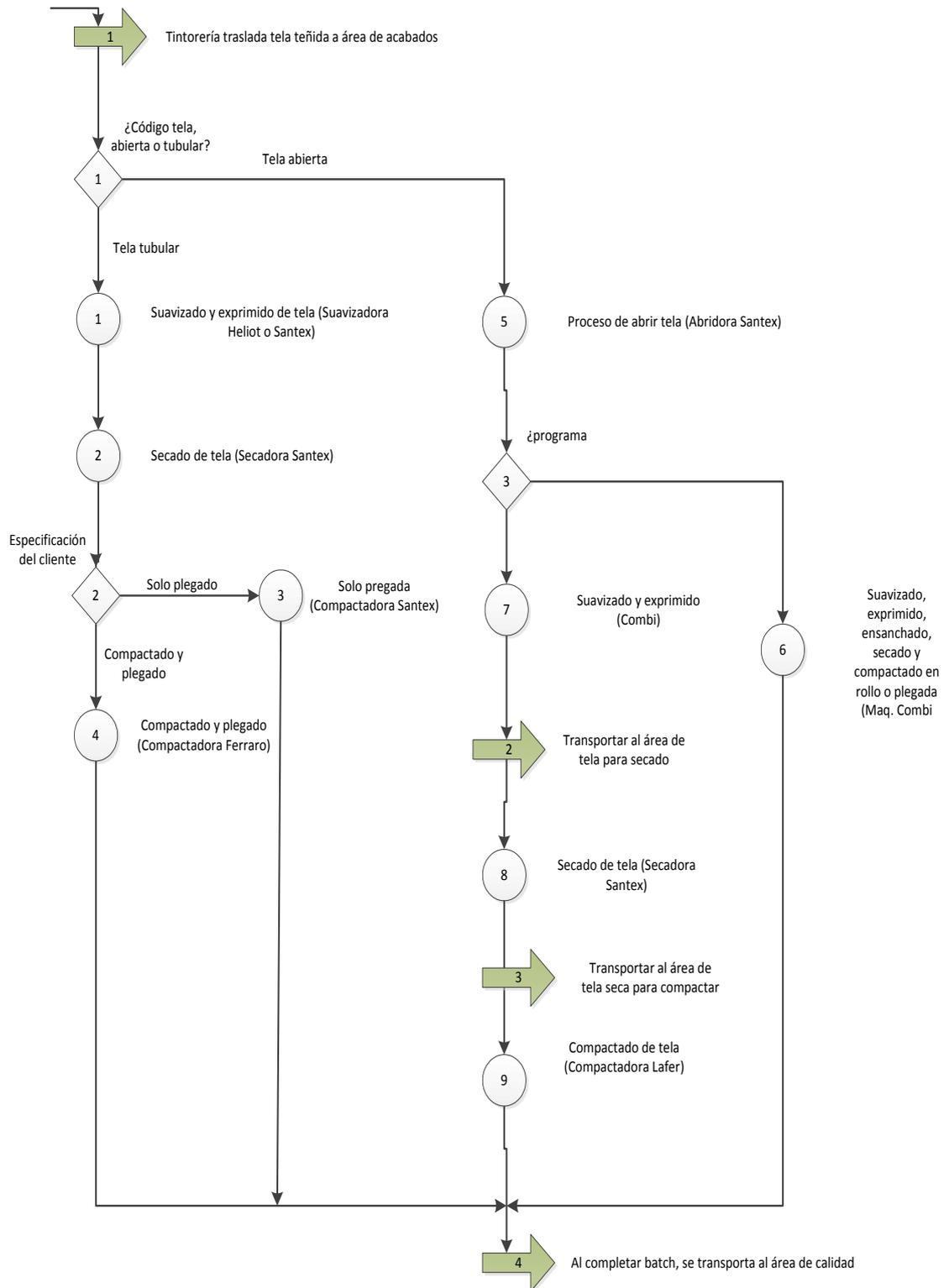
## DIAGRAMA DE FLUJO TEJEDURÍA





## ANEXO 4

### DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO DE ACABADOS DE TELA





## ANEXO 5

### SUBPROCESOS DE TINTORERÍA

NUMERO	NOMBRE	DESCRIPCION
3	Proceso isotérmico 90°C, algodón	Para monoclorotriazinas (sin turquesa, o con ≤ de 1,5% de colorante turquesa)
4	DESCRUDE, PRE-BLANQUEO	DESCRUDE, PRE-BLANQUEO, TEÑIDO REACTIVO TELAS COMPLEJAS.
9	Proceso Enzimático para algodón	Proceso enzimático para algodón 100% para eliminar fibra corta y suelta
11	Proceso de lavado ácido	Lavado ácido, eliminar parafinas, o lavados solamente
12	Blancos ópticos, y apto algodón	Blancos ópticos, y apto algodón 100%
13	ACABADO HUMEDO-HUMEDO,	ACABADO HÚMEDO-HÚMEDO, EVITA DESGAROS EN COSTURAS
14	Teñido de poliéster, en	Teñido de poliéster en poliéster-algodón, sin lavado reductor
15	Lavado para termal Natural	Lavado para Thermal Natural
17	Pre-blanqueo intenso para algodón	Pre-blanqueo intenso para algodón 100%, y algodón 100%
18	Lavado teñido reactivos, 1 solo	Lavado teñido reactivos, 1 solo jabonado
19	Lavado para teñidos reactivos,	Lavado para teñidos reactivos, intensos.
22	Lavado alcalino para tinturas	Lavado alcalino para tinturas intensas, por color intenso
23	TEÑIDO ISOTERMICO A 60° C	TEÑIDO ISOTERMICO A 60° C PARA NEGROS REACTIVOS
27	ANTIBACTERIAL E HIDROFILO	ANTIBACTERIAL E HIDROFILO PARA PES 100%
30	Desmonte con hipoclorito	Desmonte con hipoclorito.
31	Proceso lavado alcalino	Proceso lavado alcalino (sirve crudos, quitar manchas de aceite, grasa, hierro, tierra,
33	Desmontado de color 100% algodón	Desmontado de color 100% algodón.
34	Suavizado standart	Suavizado por agotamiento standart
35	Suavizado standart por continua	Proceso suavizado standart por continua húmedo-húmedo
38	Suavizado standart por continua	Suavizado standart, seco-húmedo, en continua
39	Proceso isotérmico 80°C, algodón	Para turquezas, ≤ de 1.4% colorante
41	Lavados máquina, colores	Lavados maquina luego colores oscuros, hechos con reactivos o directos. Tiempo
42	Lavados máquina, colores	Lavados de máquina, luego de colores oscuros con dispersos.
44	Suavizado para afelpados y	Suavizado para afelpados y broyng por continua, húmedo-húmedo
47	PROCESO ENZIMÁTICO PARA	PROCESO ENZIMÁTICO PARA PILLING, REFORZADO

Fuente: Planta textil







**ANEXO 7**  
**EJEMPLO DE RECETA PARA UN TEÑIDO**

<b>Estándar</b>		<b>Med-09Poriginal Crimsom</b>	
Articulo 100%		Jersey OP blanc	
Substrato (factor)		Jesrsey OP tint. Ciega (1.00)	
Proceso (factor)		-1	
Fórmula		Predety CIELab(F=")	
dE F02	0	2.7	0
Metamerina D65	0	0.43	1.1
Precio	0	21	32
Concentracion Total %		3	1
<b>Prueba 1</b>		<b>XX</b>	
Colorante		1(89)	2(89)
Everzol FNX		0.3	0.2
Everzol Red FG		4	6
Rojo Ever FG		2	1
Receta con F02			
Estándar con F02			



# ANEXO 8

## CUADRANTE DE INTERPRETACIÓN DE LECTURA DEL COLOR

### LD Number:

13-Mar-10

Color Name/Standard No.: Merred-342 P/Original. Crimson.  
 Color Standard Serial No.: Fuerza: 90.40  
 Submit #: Lab Dip # 1  
 Sample Date: 13-Mar-10  
 Instrument Conditions: %R MAV SCI UV 400

#### Spectrophotometer Results

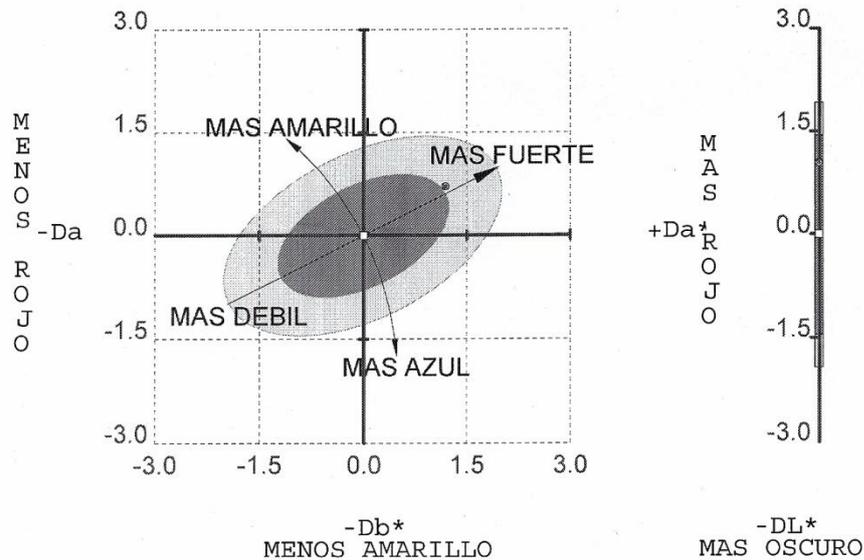
	<u>F02 10 Deg</u>		<u>D65 10 Deg</u>		<u>Metamerism Index:</u>
DL*:	1.04 Too Light		1.06 Too Light		
Da*:	1.19 Too Red		2.25 Too Red		
Db*:	0.71 Too Yellow		1.23 Too Yellow		1.18
DC*:	1.38 Too Bright		2.55 Too Bright		
DH*:	0.10 Too Yellow		0.29 Too Yellow		

**DE(CMC):** 0.84

1.16

MAS AMARILLO  
+Db\*

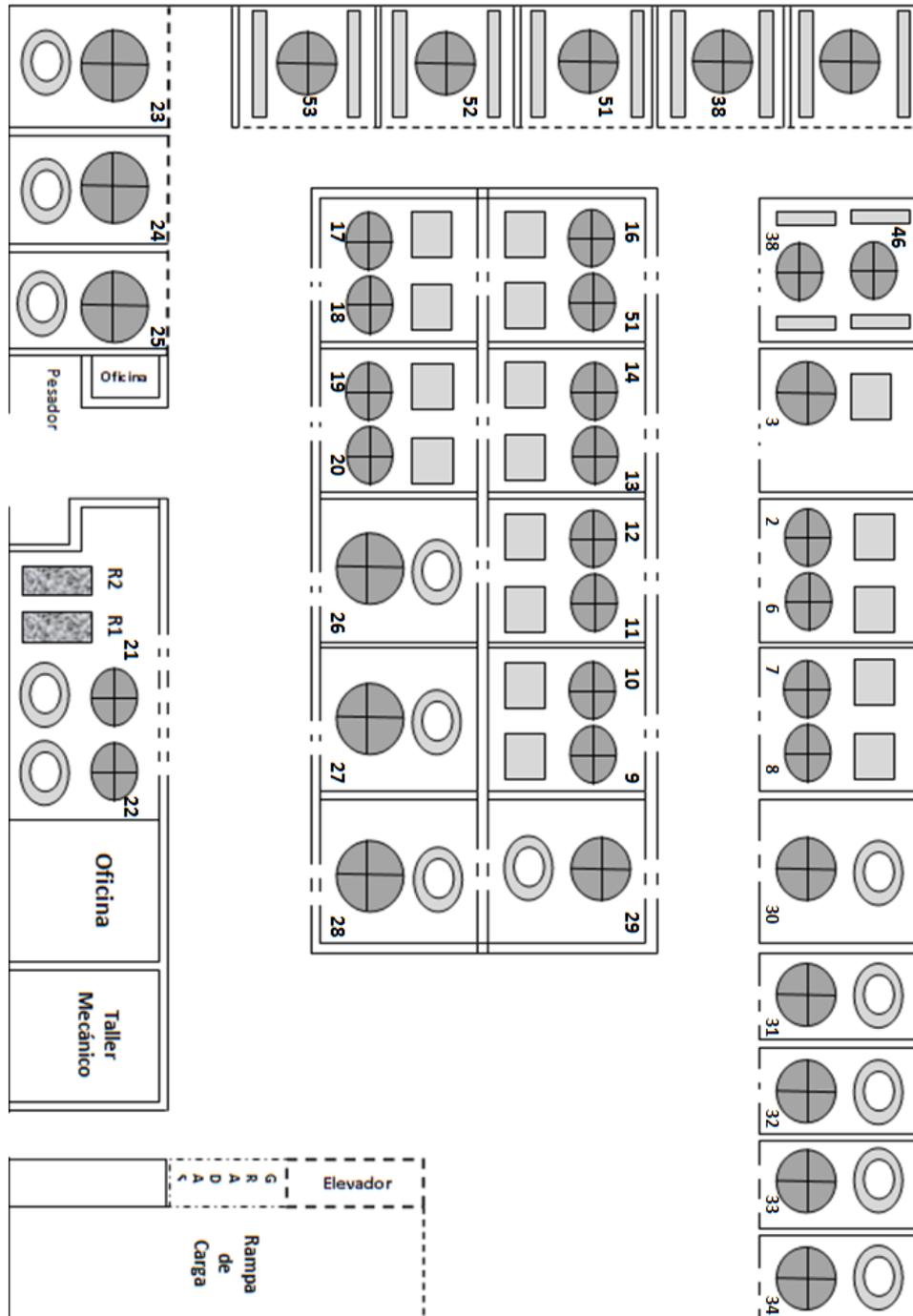
MAS CLARO  
+DL\*



Fuente: Planta textil



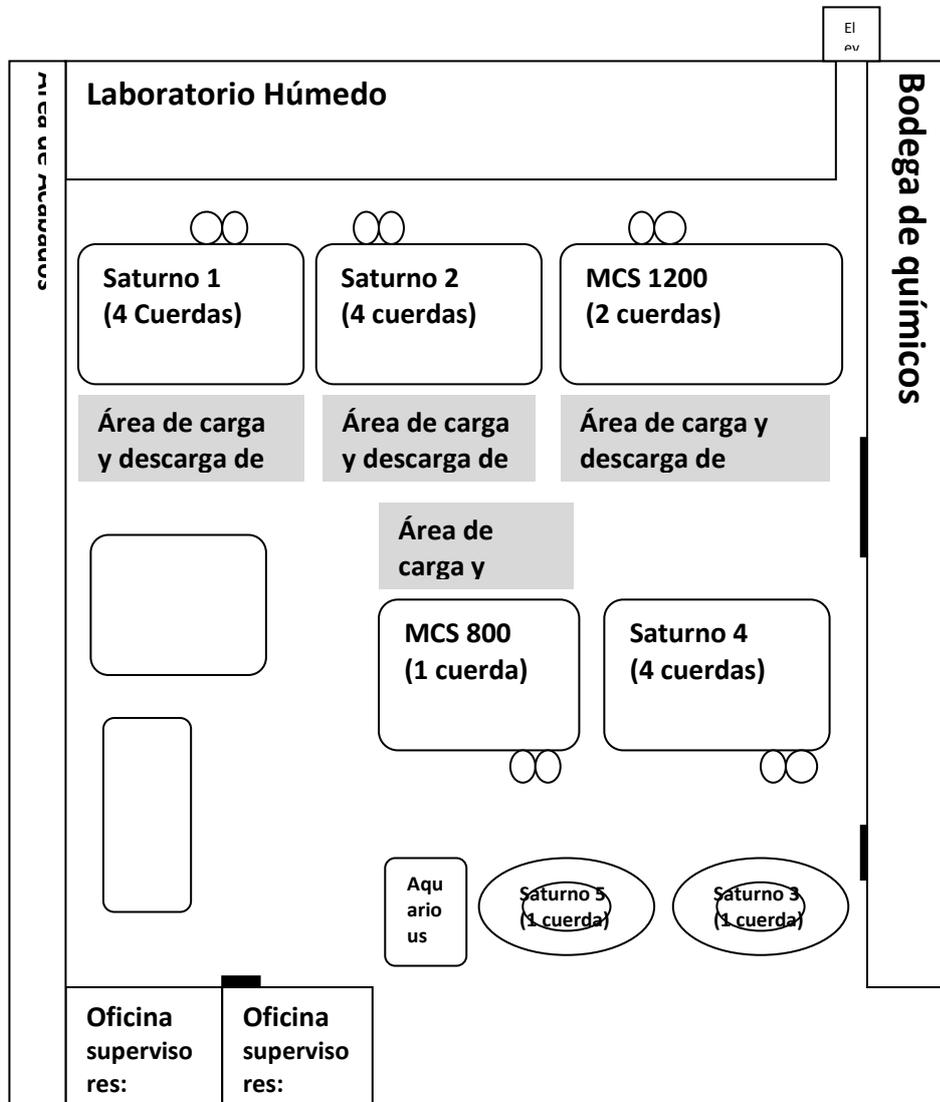
## ANEXO 9 DISTRIBUCION MAQUINAS CIRCULARES DE TEJEDURIA



Fuente. Planta textil



## ANEXO 10 DISTRIBUCIÓN ÁREA DE ACABADOS



Fuente: Planta textil