



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**IMPLEMENTACIÓN DEL COLORÍMETRO  
COMO ESTANDAR DE CALIDAD PARA LA  
TELA TEÑIDA EN TINCOL S.A.S**

Autor

John Steve Ruiz Correa

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Medellín, Colombia

2020



**Implementación del colorímetro como estándar de calidad para tela teñida en Tincol**

**S.A.S**

John Steve Ruiz Correa

Informe de práctica empresarial requisito para optar al título de ingeniero químico

Asesor interno: Elías de Jesús Gómez

Asesor externo: Elkin Mario Bedoya

Profesor

Jefe de producción

Departamento de ingeniería química

Tincol S.A.S

Universidad de Antioquia

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Medellín, Colombia

2020.

## Indicé

1. Resumen .....	5
2. Introducción .....	5
3. Objetivos .....	9
3.1. Objetivo general .....	9
3.2 Objetivos específicos .....	9
4. Marco teórico.....	9
4.1 Conceptos básicos sobre teñido .....	9
4.2 Conceptos sobre colorimetría.....	13
5. Metodología .....	35
5.1 Primera etapa.....	36
5.2 Segunda etapa.....	41
5.3 Tercera etapa.....	46
5.4 Cuarta etapa.....	48
6. Resultados y análisis .....	51
6.1 Resultados .....	51
6.2 Análisis .....	53
7.Conclusiones.....	57
8.Bibliografía.....	59

## Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Lector de Geometría Esférica.....	15
<i>Figura 2.</i> Lector de Geometría 0/45.....	16
<i>Figura 3.</i> Lector de Geometría Multiangulo.....	17
<i>Figura 4.</i> Representación de Matiz.....	18
<i>Figura 5.</i> Representación de Cromaticidad.....	19
<i>Figura 6.</i> Representación de Valor o Luminosidad.....	20
<i>Figura 7.</i> Árbol de Color de Munsell.....	21
<i>Figura 8.</i> Curva espectral de una muestra medida.....	23
<i>Figura 9.</i> Luz de día (iluminante D65/10°).....	24
<i>Figura 10.</i> CIE 2° y 10° Observador Estándar .....	24
<i>Figura 11.</i> Valores Triestimuleres .....	25
<i>Figura 12.</i> Grafica de Color CIELAB Bidimensional .....	27
<i>Figura 13.</i> Grafica de Color Tridimensional .....	27
<i>Figura 14.</i> Elipsoide de Tolerancias .....	30
<i>Figura 15.</i> Caja de Tolerancia CIELAB.....	31
<i>Figura 16.</i> Color Numéricamente Correcto vs Visualmente Aceptable en Escala CIELAB.....	32
<i>Figura 17.</i> Cuñas de Tolerancias CIELCH .....	33
<i>Figura 18.</i> Elipsoides de Tolerancias CIELCH.....	33
<i>Figura 19.</i> Representación de los Elipsoides en el Sistema CIELCH.....	34
<i>Figura 20.</i> Factor Comercial (cf) de las Tolerancias.....	35
<i>Figura 21.</i> Vista Frontal de la Maquina 1 de Tincol S.A.S.....	38

<i>Figura 22.</i> Representación de una Curva de Tintura Utilizada en Tincol S.A.S.....	39
<i>Figura 23.</i> Espectofometro Konica Minolta 3600A.....	42
<i>Figura 24.</i> Interfaz Programa Texprisma.....	44
<i>Figura 25.</i> Interfaz Programa Qtex.....	45
<i>Figura 26.</i> Resultados obtenidos en el Qtex.....,	45
<i>Figura 27.</i> Hoja de Seguimiento Laboratorio con Registro del Estándar de Tela.....	47
<i>Figura 28.</i> Registro Histórico de Lotes Producidos en Planta .....	47
<i>Figura 29.</i> Causas de Devoluciones en TINCOL S.A.S Mes de Abril.....	50
<i>Figura 30.</i> Causas de Devoluciones en TINCOL S.A.S Mes de Junio.....	50
<i>Figura 31.</i> Causas de Devoluciones en TINCOL S.A.S Mes de Noviembre.....	51
<i>Figura 32.</i> Índice de Tolerancia para los Clientes Habituales de TINCOL S.A.S .....	52
<i>Figura 33.</i> Porcentaje Devoluciones por Tono Abril-Noviembre del 2019 TINCOL S.A.S.....	52

# **Implementación el uso del colorímetro como un parámetro para analizar la calidad de la tela teñida en Tincol S.A.S**

## **1. Resumen**

En este trabajo se estudió, implemento y evaluó, el uso del espectrofotómetro Konica minolta CM 3600 A como herramienta para mejorar el proceso de control de la calidad de la tela teñida ya sea tela en húmedo o tela terminada. Esto se realizó con el propósito de mejorar los estándares en el área de revisión de calidad, disminuir el porcentaje de devoluciones por tono desviado y corregir los tonos desviados desde el momento que la tela se encuentra en húmedo. Los resultados obtenidos mostraron que al implementar el uso del espectrofotómetro se logró un mejor control respecto a los tonos desviados que se presentan en la planta y con ello se obtuvo un menor porcentaje de devoluciones por tono. además de que se propuso un sistema de matizado en marcha en cual puede ser la base para futuros proyectos para automatizar el proceso de matizados en marcha.

## **2. Introducción**

Tincol S.A.S es una empresa constituida hace más de 40 años realizando el teñido y acabado de diferentes tipos de tela, en donde a diario se desarrollan problemas con el producto final que en este caso es tela lista para el proceso de corte, estampado, tejido de prendas o para la comercialización de esta para otros tipos de procesos.

Uno de los problemas más habituales de la tela teñida terminada es que el tono final obtenido en el proceso no es el tono deseado por el cliente, esto se debe a una gran diversidad de factores como insuficiencia o exceso de los colorantes requeridos, relaciones de baño inadecuadas en el proceso, curvas de teñido mal diseñadas, daños o condiciones especiales de la máquina que realiza el teñido, entre otras.

Para prevenir que la tela terminada llegue a los clientes con este problema se han desarrollado varios puntos de control de calidad para corregir los problemas que se presentaban en la tela debido a tono equivocado o desviación del tono. Para ello se hacen chequeos visuales durante varios puntos del proceso de teñido, cuando se ha terminado el teñido y después de darle las condiciones de acabado. Pero estos controles han sido ineficaces debido a que la inspección visual es subjetiva al observador que la realice.

En el caso de Tincol S.A.S este problema fue de tal magnitud que el porcentaje de devoluciones a causa de tono desviado represento alrededor del 60 % de las devoluciones totales en los meses de febrero a abril del 2019, para corregir este problema se propuso un proyecto en el cual se cuantificaron las desviaciones de tono con ayuda del colorímetro que cuenta el laboratorio de la empresa para mejorar la calidad de la tela terminada en el área de producción.

Con este proyecto se mejoraron los criterios de calidad de la empresa, para ello se planteó una clasificación de los criterios a partir de las tolerancias permitidas por los clientes. Además, se propuso un proceso de matizados en marcha utilizando el colorímetro, con el

cual se espera que a partir del protocolo que se planteó el cual sustentó la base para futuros proyectos ya que solo se deberán alimentar los colorantes y las fórmulas de tintura para automatizar el proceso de matizado y así obtener la cantidad de cada colorante para realizarlo.

En este proyecto se encontró una limitación la cual fue que el control de tonos utilizando el colorímetro solo se realiza en jornada diurna, en la jornada nocturna cuando se terminan telas listas para despacho no hay quien realice una inspección utilizando el colorímetro por lo que se le realizaba inspección visual.

La metodología empleada para el proyecto consto de 4 etapas:

Una primera etapa donde se estudió el proceso del teñido y acabado de telas para tener un conocimiento en general de este y ver la influencia en el tono de la tela tanto antes del proceso de acabado (antes de pasar por la rama) como en la tela terminada (después de haber pasado por la rama).

Una segunda etapa se fundamentó los conceptos que están relacionados con el colorímetro como lo es su aplicación a partir de los conceptos de física de ondas, además se aprendió a utilizar el equipo adecuadamente, realizar las lecturas del colorímetro de forma correcta y realizar los cambios que se pudieran hacerse antes de tomar las lecturas de las muestras. para que estas lecturas pasen o no a partir del criterio que se estableció para el cliente.

Una tercera etapa donde se realizaron las lecturas de las diferentes muestras, En esta etapa se dividió en 2 pasos los cuales fueron:

Paso 1. Se alimentaron los diferentes estándares de tela de para cada una de las referencias de los clientes, paso fundamental, a partir de los valores obtenido de los estándares de tela se realizaron las comparaciones para saber si el tono de una tela estaba desviado, para ello etapa se alimentaron 100 estándares de las telas que más se tiñen en la empresa.

Paso 2. Se realizó un archivo histórico de cada referencia para establecer el criterio de tolerancia para cada referencia y posteriormente parada cada cliente. Con estos criterios establecidos se empezó a realizar la comparación con los estándares para determinar que tela necesitaba un reajuste de tono.

Una cuarta etapa donde se modificó el proceso de matizados en marcha en el cual se fundamentaba se realizaba de forma visual y se cambió por un protocolo basado en las lecturas del colorímetro. Esto se realizó porque la tela terminada requiere de un proceso más largo con respecto a la tela en húmedo. En esta fase se estableció un protocolo adecuada que posteriormente puede ser modificado para que en futuros proyectos esta sea más eficaz con la ayuda de una alimentación de las formulas y colorantes que la empresa emplee.

Con la realización de este proyecto se fundamentó un avance en el área de calidad de la tela terminada

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo General**

Implementar el uso del colorímetro como estándar de calidad en el teñido de tela.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Establecer un estándar de calidad cuantitativa, en los cuales se pueda determinar cuándo una tela cumple con los requisitos mínimos para ser entregada a un cliente.
- Disminuir el porcentaje de devoluciones por tonos que se presentan actualmente en la empresa.
- Proponer un protocolo de matizados en marcha con ayuda de la lectura del colorímetro

### **4. Marco Teórico**

#### **4.1 Conceptos Básicos sobre el teñido**

Para entender bajo qué condiciones se debe entregar una tela en excelente estado y que elementos intervienen en la revisión final del color de esta, es fundamental conocer cada parte del proceso de teñido y acabado. Desde sus conceptos más básicos los cuales se indican

a continuación, además de comprender, los elementos básicos para medir el color y como se cuantifica.

### **Fibra textil**

Las fibras son estructuras unidimensionales, largas y delgadas con baja relación sección transversal-longitud, las cuales tienen como objetivo principal la creación de los tejidos, ya que es este el elemento fundamental de los textiles; y es a partir de ella que se elaboran los hilos, con los cuales se fabrican los tejidos y con ellos las telas. Para que una fibra tenga utilidad como textil debe de ser flexible, elástica y resistente (Fibras textiles,2013).

Las fibras textiles se clasifican según su procedencia en: naturales, artificiales y sintéticas. Las naturales se encuentran en estado natural y requieren una ligera adecuación para su utilización como material textil, y pueden ser de origen vegetal como el lino y el algodón, animal como la seda y la lana o mineral como el asbesto o amianto. Las fibras sintéticas son aquellas que no existen en la naturaleza, pero se construye manufacturando la materia prima proveniente de polímeros sintéticos, como por ejemplo el poliéster, elastano y la poliamida. Por último, las fibras artificiales se construyen a partir de polímeros, pero de origen natural como por ejemplo la viscosa, triacetato y acetato (Ordoñez,2013).

### **Tratamientos previos al teñido**

Son todas las operaciones previas a las que se somete el sustrato (tela) para acondicionarlo y generar unos mejores resultados en los procesos de tintura, estampado y/o acabado.

Uno de los pretratamientos es el prefijado el cual consiste en un paso del sustrato por la rama en donde se le suministra temperatura a la fibra por medio de un flujo de aire caliente para liberarlas de tensiones generadas en el proceso de fabricación, llevando la tela a un equilibrio que evitará encogimientos después del termo fijado final. Por lo general, este procedimiento es un prerequisite para prevenir encogimiento del tejido después del proceso de tintura y acabado de las fibras que contiene elastano.

Otro pretratamiento es el semiblanqueo el cual tiene como función principal eliminar impurezas que contiene el tejido, eliminar motas propias de las fibras celulósicas y obtener un grado de blanco, para preparar al teñido.

Los agentes blanqueadores más utilizados son el peróxido de hidrogeno y el hipoclorito de sodio. En ambos casos se requiere de la adición de un álcali como soda caustica en el baño de blanqueo para proporcionar un ambiente alcalino, favoreciendo la aparición del ion blanqueador, que para el caso del peróxido de hidrogeno es el ion perhidroxilo y en el caso del hipoclorito de sodio es el ion hipoclorito. El peróxido de hidrogeno es preferible desde el punto de vista ambiental debido a su menor impacto y fácil descontaminación de efluentes (Lockuan,2012).

## **Auxiliares de tintura**

Para que el proceso de tintura se lleve a cabo de manera adecuada es necesario agregar en la máquina de tintura una serie de ingredientes que ayudan a que el proceso se complete satisfactoriamente. Primero tenemos los colorantes, que se dosifican de acuerdo a una fórmula desarrollada en laboratorio, que depende de la cantidad y composición de la tela a teñir y de la química del colorante. El agente secuestrante se encarga de atrapar metales como hierro, calcio y magnesio del agua al cual tiene acceso la tintorería o presentes en las fibras. El lubricante, cumple la función antiarrugas y disminución de fricción por la interacción entre fibra-fibra y fibra-máquina. La sal textil y álcali, ayudan a montar el color a la fibra y subir el pH del baño de tintura respectivamente, facilitando así la reacción entre la celulosa y el colorante. Los humectantes, ayudan a disminuir la tensión superficial del baño de tintura para que se dé un mejor contacto entre el sustrato y el colorante. Posterior al proceso de tintura con colorantes reactivos hay un porcentaje de color que no reacciona con la fibra, sino que se hidroliza en el agua que absorbe la fibra. Para eliminar este color hidrolizado se somete la tela a un proceso de jabonado para garantizar una buena solidez al lavado.

## **Curva de tintura**

Es la secuencia de procedimientos a los que se somete la tela dentro de la máquina de tintura con el fin de dar el color requerido por el cliente. Esta secuencia se suele representar en una gráfica de temperatura en función del tiempo, y se representan las introducciones de

auxiliares y color y chequeos necesarios para poder continuar con la secuencia como es el caso de medición de pH o concentración de sal en el baño de tintura.

### **Acabados textiles**

Son todos los procesos posteriores al de teñido que se llevan a cabo sobre el sustrato con el fin de dar condiciones especiales a este, como por ejemplo tacto, ancho, peso, y que pueden lograrse con acciones mecánicas y térmicas, y con ayuda de auxiliares como suavizantes, siliconas, polietilenos y poliuretanos, los cuales cumplen la función de dar tacto, peso y ancho a la tela, y lubricar las fibras para permitir que las agujas en los procesos de confección posteriores no rompan las fibras, sino que se abran paso a través de estas. Estos acabados se llevan a cabo en equipos conocidos como rama y foulard, pero también se pueden realizar cepillados y otros procesos adicionales (Lockuan,2012).

## **4.2 Conceptos sobre colorimetría**

### **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. El Espectrofotómetro puede ser utilizado de muchas formas entre las cuales se puede utilizar este elemento como colorímetro (Konica Minolta,2019).

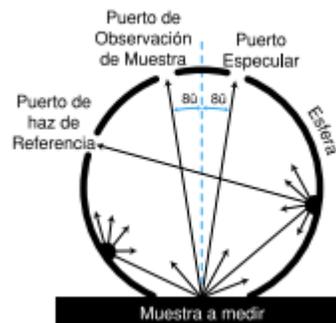
Hoy en día los instrumentos más usados para medir color son los espectrofotómetros. La tecnología espectral mide la luz reflejada o transmitida en muchos puntos del espectro visible lo que da como resultado una curva. Dado que la curva de cada muestra de color es única como una firma o huella digital la curva es una excelente herramienta para identificar, especificar e igualar color. La siguiente información le puede ayudar a entender que tipo de instrumento es el mejor para cada aplicación específica (x-rite,2015).

### **Esférico**

Los instrumentos basados en la geometría esférica tienen un rol principal en los sistemas de formulación por cerca de 50 años. La mayoría son capaces de trabajar con "componente especular" incluido (brillo) al medir. Al abrir una pequeña compuerta en la esfera se excluye el "componente especular" de la medición. En la mayoría de los casos las bases de datos de formulación son más precisas cuando esta componente es parte de la medición. Los instrumentos de esfera también son el instrumento de elección cuando la muestra es texturizada, rugosa o tiene un brillo cercano a espejo en la superficie. Manufactureros textiles, fabricantes de tejas o materiales de aislamiento acústico seleccionarán probablemente una geometría esférica como la herramienta correcta para el trabajo (x-rite,2015).

El esquema que representa un instrumento de medición cuyo lector posee geometría esférica se muestra a continuación:

*Ver Figura 1*



*Figura 1. Lector de Geometría Esférica.*

### **0/45 (o 45/0)**

Ningún instrumento "ve" el color más cercanamente al ojo humano como el 0/45. Esto es simplemente porque cualquier observador hace todo lo posible en su poder para excluir el "componente especular" (brillo) para evaluar el color. Cuando vemos fotos en una revista brillante nos acomodamos de tal manera que el brillo no refleje en nuestros ojos. Un instrumento 0/45 elimina de la medición el brillo más efectivamente que cualquier otro y medirá la apariencia de la muestra exactamente como lo vería el ojo humano (x-rite,2015).

El esquema que representa un instrumento de medición cuyo lector posee geometría 0/45 se muestra a continuación:

Ver figura 2

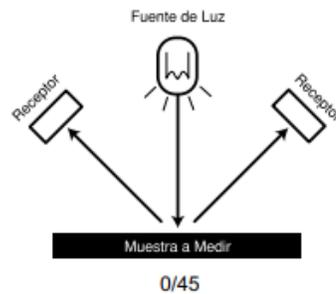


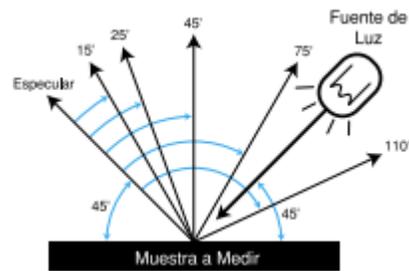
Figura 2. Lector de Geometría 0/45

## Multiángulo

En los últimos 10 años los fabricantes de automóviles han experimentado con colores de efecto especial. Ellos usan aditivos especiales como mica, materiales perlescentes, conchas molidas, pigmentos de color microscópicamente recubiertos y pigmentos de interferencia para producir diferentes colores a diferentes ángulos de observación. Los instrumentos portátiles multiangulares son usados por la mayoría de los fabricantes automotrices y la cadena de suministros de colorantes en todo el mundo. (x-rite,2015).

El esquema que representa un instrumento de medición cuyo lector posee geometría multianual se muestra a continuación:

Ver Figura 3



*Figura 3. Lector Multiangular*

## Colorímetros

Los colorímetros no son espectrofotómetros. Los colorímetros son dispositivos triestimulares (tres filtros) que usan filtros rojo, verde y azul para emular la respuesta del ojo humano al color y la luz. En algunas aplicaciones de Control de Calidad estas herramientas representan la respuesta de menor costo. Los colorímetros no pueden compensar el metamerismo (un cambio en la apariencia de una muestra debido a la luz usada para iluminar la superficie). Como los colorímetros usan un solo tipo de luz (como incandescente o Xenón pulsado) y porque no registran la reflectancia espectral no pueden predecir este cambio. Los espectrofotómetros pueden compensar este cambio, haciendo a los espectrofotómetros la mejor selección para La instrumentación y la comunicación de datos de color son tan importantes como los datos de color mismos. A través de la cadena de suministros, diferentes proveedores pueden usar diferentes procesos y diferentes equipos de formulación de color y de aseguramiento de la calidad, haciendo que la compatibilidad sea un componente esencial.(x-rite,2015).

## Atributos del color

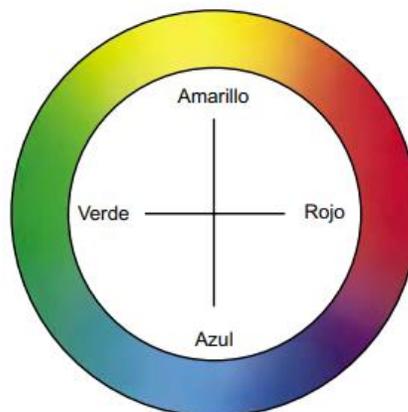
Cada color tiene su propia apariencia basada en tres elementos: matiz, valor y croma. Al describir un color usando estos tres atributos se identifica con precisión un color específico y se distingue de cualquier otro.

### Matiz

Cuando se le pida que identifique un color lo primero que probablemente hará es hablar del matiz. Sencillamente el matiz es como se percibe el color de un objeto: rojo, anaranjado, verde, azul, etc. El anillo de color muestra el continuo de color de un matiz al siguiente. Así como se muestra en el anillo, al mezclar pinturas de azul y verde se obtiene un verde azul. Al mezclar amarillo con verde se obtiene un verde amarillo. (x-rite,2015).

La representación del anillo de color se muestra a continuación:

*Ver Figura 4*



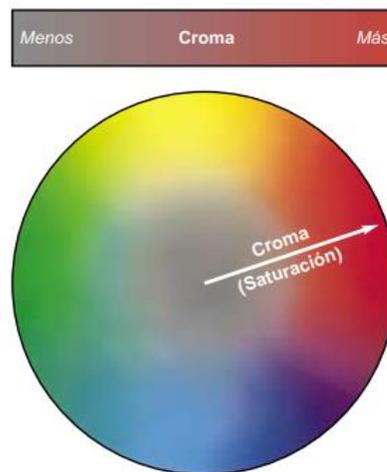
*Figura 4.* Representación del Matiz.

## Croma

El croma describe lo llamativo o lo apagado de un color - en otras palabras, qué tan cerca está el color ya sea al gris o al matiz puro. Por ejemplo, al comparar un tomate con un rábano, el rojo del tomate es mucho más llamativo mientras que el rábano parece más apagado. el croma cambia conforme nos movemos del centro hacia la periferia. Los colores en el centro son grises (apagados o sucios) y conforme avanzamos hacia la periferia se vuelven más saturados (vivos o limpios). El croma también se conoce como saturación (x-rite,2015).

La representación del croma se muestra a continuación:

*Ver figura 5*



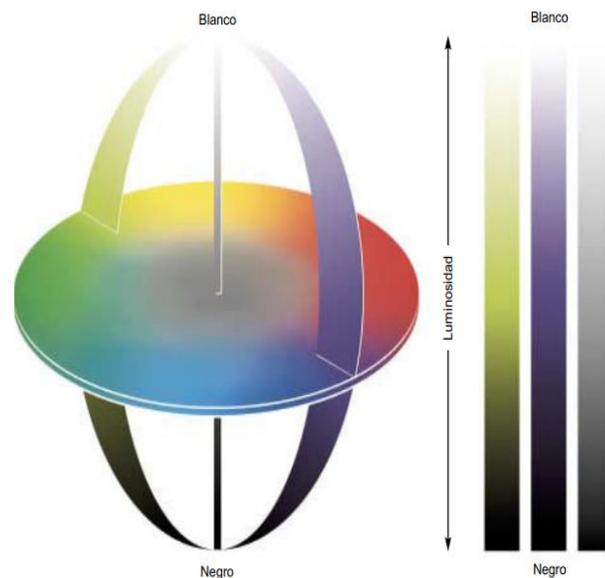
*Figura 5. Representación de la Cromaticidad*

## Luminosidad

Se llama valor a la intensidad lumínica - es decir, su grado de claridad. Los colores pueden ser clasificados como tenues u oscuros al comparar sus valores. Por ejemplo, cuando se colocan lado a lado un tomate y un rábano el rojo del tomate parece ser mucho más tenue. En contraste el rábano tiene un valor de rojo más oscuro. En la figura 3 se representa la claridad o el valor en el eje vertical (x-rite,2015).

El sistema de color tridimensional que muestra la luminosidad se muestra a continuación:

*Ver Figura 6*



*Figura 6.* Representación del Valor o Luminosidad.

## Escalas de medición de color

### La Escala Munsell

En 1905 el artista Albert H. Munsell dio origen a un sistema de orden de color - o escala de color - que sigue en uso hoy en día. El Sistema de Notación de Color Munsell es significativo desde el punto de vista histórico dado que se basa en la percepción humana. Es más, fue inventado antes de que existieran instrumentos para medir y especificar color. El Sistema Munsell les asigna valores numéricos a las tres propiedades del color: matiz, valor y croma. Las muestras de color adyacentes representan intervalos iguales de la percepción visual. El Árbol de Color de Munsell que contiene muestras físicas para evaluar color visual. Los sistemas de color actuales se basan en instrumentos que utilizan las matemáticas para ayudarnos a evaluar el color (x-rite,2015).

La presentación del árbol de Munsell se muestra a continuación:

*Ver Figura 7*



*Figura 7. Árbol de Color de Munsell*

## Sistemas de Color CIE

La CIE o Commission Internationale de l'Eclairage (que se traduce como Comisión Internacional de la Iluminación) es la institución responsable de las recomendaciones internacionales para la fotometría y colorimetría. En 1931 la CIE estandarizó los sistemas de orden de color especificando las fuentes de luz (o iluminantes), el observador y la metodología usada para encontrar los valores para la descripción del color. Los sistemas CIE usan tres coordenadas para ubicar un color en un espacio de color.

Estos espacios de color incluyen:

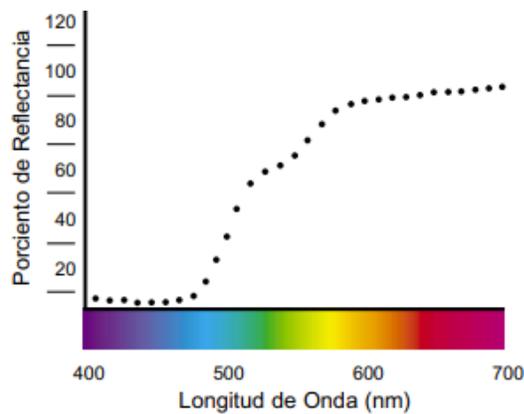
- CIE XYZ
- CIE  $L^*a^*b^*$
- CIE  $L^*C^*h^\circ$

Para comprender estos valores debemos entender cómo se calculan. Tal como se mencionó anteriormente nuestros ojos requieren tres cosas para ver color: una fuente de luz, un objeto y un observador/procesado.

Lo mismo debe ser cierto para un instrumento que vea color. Los instrumentos de medición de color reciben el color de la misma manera que lo reciben nuestros ojos - mediante la captación y filtrando las longitudes de onda de la luz reflejada por un objeto. El instrumento percibe las longitudes de onda de la luz reflejada como valor numérico. Estos

valores se registran como puntos dentro del espectro visible y se llaman datos espectrales. Los datos espectrales se representan como una curva espectral. Esta curva es la huella digital del color.

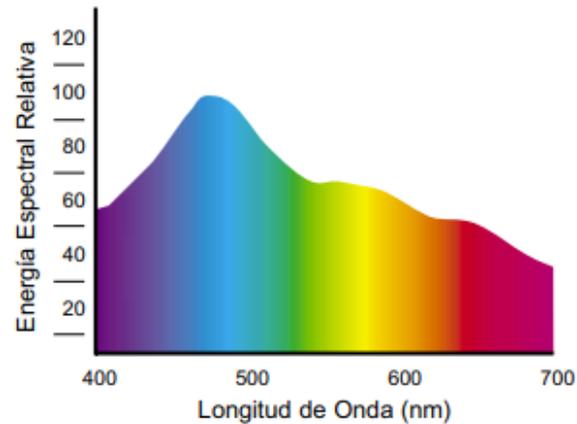
*Ver Figura 8*



*Figura 8.* Curva Espectral de una Muestra Medida.

Una vez que obtuvimos la curva de reflectancia de un color podemos aplicar las matemáticas para colocar el color en un espacio de color. Para ello tomamos la curva de reflectancia y multiplicamos los valores por los datos de un iluminante estándar CIE. El iluminante es una representación gráfica de la fuente de luz bajo la cual se ven las muestras. Cada fuente de luz tiene una distribución de energía que afecta el modo en que vemos el color. Como ejemplos de los diferentes iluminantes tenemos A - incandescente, D65 - luz de día y F2 - fluorescente.

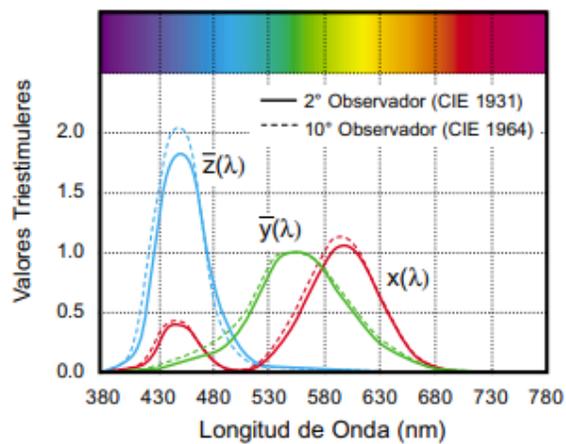
*Ver Figura 9*



*Figura 9. Luz de Día (Iluminante D65/10°).*

Multiplicamos el resultado de este cálculo por el observador estándar CIE. La CIE comisionó el trabajo para derivar el concepto de observador estándar en 1931 y en 1964, el cual se basa en la respuesta humana promedio a las longitudes de onda de la luz.

*Ver Figura 10*



*Figura 10. CIE 2° y 10° Observador Estándar.*

En resumen, el observador estándar representa cómo la persona promedio ve el color a través del espectro visible. Una vez que se calcularon estos valores se convierten los datos en los valores triestímulares XYZ. Estos valores ahora pueden identificar un color numéricamente.

Ver figura 11

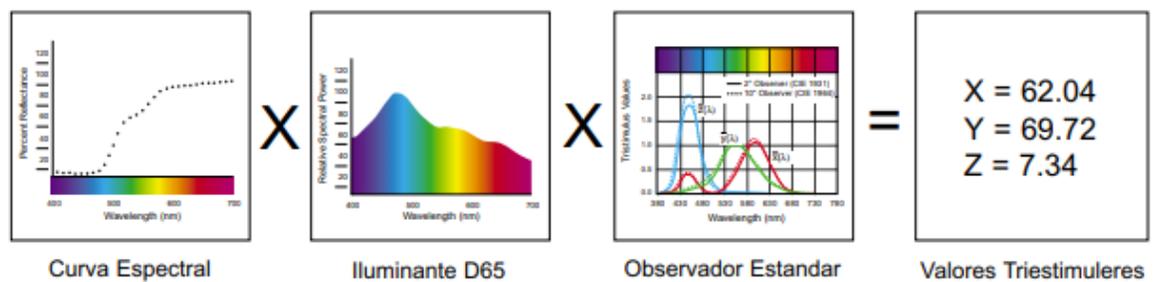


Figura 11. Valores Triestimuleres.

### Las escalas modernas para la expresión numérica del color

Para representar el color numéricamente de forma correcta la CIE recomendó dos escalas de color uniforme alternativas: la CIE 1976 ( $L^*a^*b^*$ ) o CIELAB y la CIELH ( $L^*C^*h^\circ$ ).

Estas escalas de color se basan en la teoría de los colores opuestos que establece que un color no puede ser verde y rojo al mismo tiempo. Como resultado se pueden usar valores sencillos para describir los atributos rojo/verde y amarillo/azul.

## **CIELAB ( $L^*a^*b^*$ )**

Cuando un color se expresa en CIELAB, la  $L^*$  define la claridad,  $a^*$  denota el valor rojo/verde y  $b^*$  el valor amarillo/azul. En el diagrama de color para  $L^*a^*b^*$ . El eje  $a^*$  corre de izquierda a derecha. Una medición de color en la dirección  $+a^*$  muestra un desplazamiento hacia el rojo. En el eje  $b^*$  un movimiento hacia  $+b^*$  representa un cambio hacia el amarillo. El centro del eje  $L^*$  muestra  $L=0$  (negro o absorción total) en el fondo. En el centro de este plano es neutral o gris.

*Ver figuras 12 y 13*

Para mostrar cómo la fórmula  $L^*a^*b^*$  representa los colores de las flores A y B hemos graficado sus valores en el diagrama de color CIELAB.

*Ver figura 12*

Los valores  $a^*$  y  $b^*$  de las flores A y B intersectan los espacios de color identificados de manera correspondiente como A y B. Estos puntos especifican el matiz (color) y croma (apagado /viveza). Cuando sus valores  $L^*$  (grado de claridad) se agregan para obtener el color final (x-rite,2015).

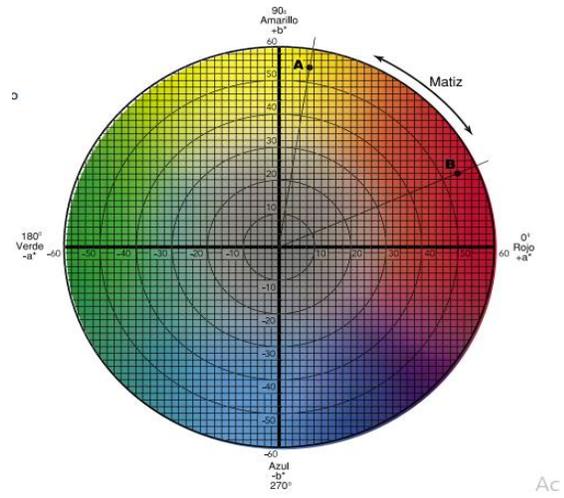


Figura 12. Grafica de Color CIELAB Bidimensional.

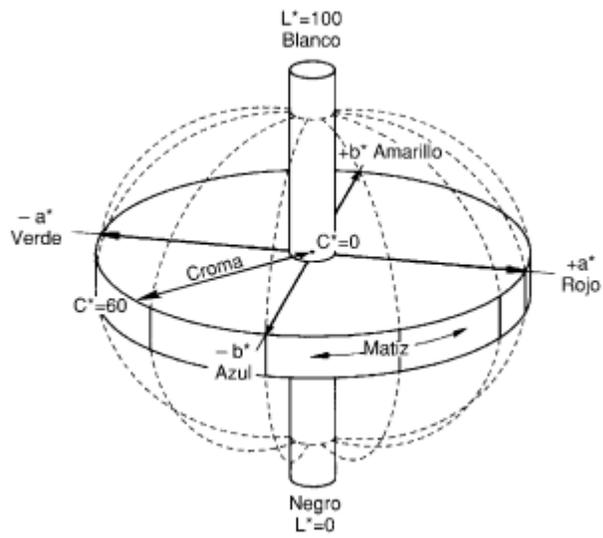


Figura 13. Grafica de Color Tridimensional.

## CIELCH (L\*C\*h°)

Mientras CIELAB utiliza coordenadas cartesianas para calcular el color en un espacio el CIELCH emplea coordenadas polares.

La expresión L\*C\*h° ofrece una ventaja sobre CIELAB ya que es fácil de correlacionar con los sistemas anteriores basados en muestras físicas como por ejemplo la Escala de Color Munsell. Para esto se utilizan las ecuaciones que aparecen a continuación:

### Sistema CIELAB

$$L^* = 116 (Y/Y_n)^{1/3} - 16 \text{ Ec 1}$$

$$a^* = 500[(X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3}] \text{ Ec 2}$$

$$b^* = 200[(Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}] \text{ Ec 3}$$

### Sistema CIELCH

$$L^* = 116 (Y/Y_n)^{1/3} - 16 \text{ Ec 4}$$

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \text{ Ec 5}$$

$$h^\circ = \arctan(b^*/a^*) \text{ Ec 6}$$

Donde  $X_n, Y_n, Z_n$  son valores para un blanco de referencia para el iluminante/observador usado .

## Diferencia de color, Notación y tolerancia

### Delta CIEL\*a\*b\* y CIEL\*C\*H\*

El análisis de color es más que una expresión numérica. Normalmente es un análisis de la igualdad o diferencia de un color al compararlo con una norma establecida. CIELAB y CIELCH se emplean para comparar los colores de dos objetos. Las expresiones de esta diferencia de color son  $\Delta L^*$   $\Delta a^*$   $\Delta b^*$  o  $DL^*$   $Da^*$   $Db^*$  y  $\Delta L^*$   $\Delta C^*$   $\Delta h^\circ$  o  $DL^*$   $DC^*$   $Dh^\circ$ . ( $\Delta$  o  $D$  provienen del símbolo "delta", que quiere decir "diferencia".) Dados  $\Delta L^*$   $\Delta a^*$   $\Delta b^*$  la diferencia total o distancia en el diagrama CIELAB puede ser expresado como un valor único conocido como  $\Delta E^*$ . dada por la ecuación 7, indicada a continuación:

$$\Delta E_{ab}^* = [\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2]^{0.5} \quad Ec 7$$

### Notación del espacio de color CIELAB

$\Delta L^*$ = diferencia en el valor de claridad/obscuridad	+ = más claro - = más oscuro
$\Delta a^*$ = diferencia en el eje rojo/verde	+ = más rojo - = más verde
$\Delta b^*$ = diferencia en el eje amarillo/azul	+ = más amarillo - = más azul

$\Delta C^*$  = diferencia en el croma

+ = más brillante - =

más opaco

$\Delta H^\circ$  = diferencia en el matiz

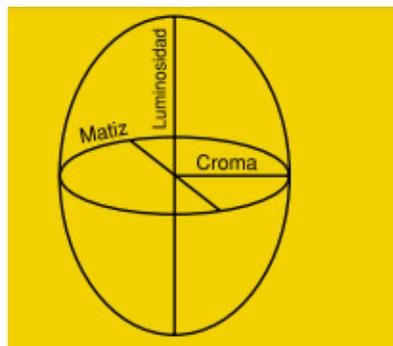
$\Delta E^*$  = valor de la diferencia total de color

### Color visual y establecimiento de tolerancias

Una mala memoria de color, vista cansada, daltonismo y las condiciones de visión, todos estos factores pueden afectar la habilidad del ojo humano para distinguir las diferencias de color. Adicionalmente a estas limitaciones el ojo humano no detecta diferencias de matiz (rojo, amarillo, verde, azul, etc.) y de croma (saturación) o de claridad de la misma manera.

De hecho, el observador promedio primero verá diferencias de matiz, en seguida diferencias de croma y finalmente diferencias de claridad. El mejor modo de representar la aceptabilidad visual es un elipsoide.

*Ver figura 14*



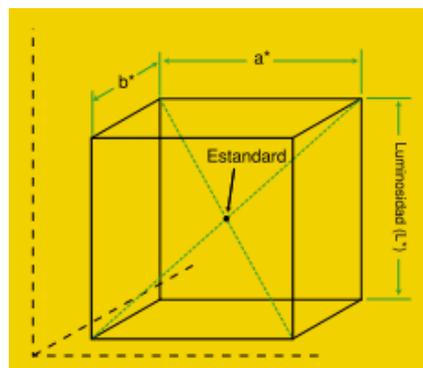
*Figura 14.* Elipsoide de Tolerancias.

De ahí resulta que nuestra tolerancia para una igualación aceptable de color consista de un límite tridimensional con límites variables de claridad, matiz y croma y que debe estar de acuerdo con el análisis de color visual. Tanto CIELAB como CIELCH pueden ser empleados para producir estos límites. La fórmula adicional de establecimiento de tolerancias conocidas como CMC produciendo tolerancias elipsoidales (x-rite,2015).

### **Establecimiento de tolerancias CIELAB**

Cuando establezca las tolerancias con CIELAB UD. deberá escoger un límite de diferencia para  $DL^*$  (claridad),  $Da^*$  (rojo/verde) y  $Db^*$  (amarillo/azul). Estos límites crean una caja rectangular de tolerancias alrededor del estándar.

*Ver Figura 15*

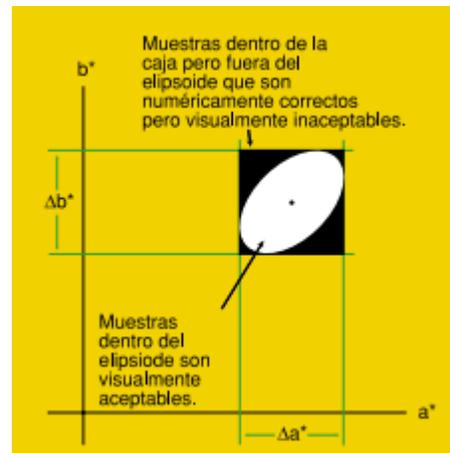


*Figura 15.* Caja de Tolerancia CIELAB.

Cuando se compara esta caja de tolerancias con el elipsoide visualmente aceptado emergen algunos problemas. Una tolerancia de forma de cubo alrededor de un elipsoide

puede dar números buenos para un color inaceptable. Si la caja se hace lo suficientemente pequeña como para caber dentro del elipsoide es posible obtener números malos para un color visualmente aceptable.

*Ver figura 16*

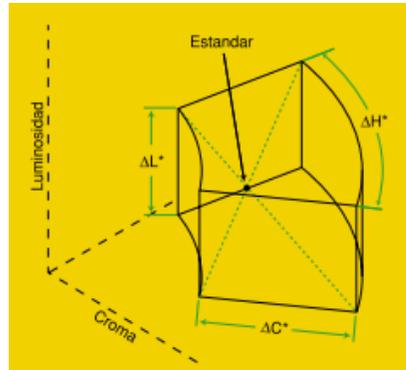


*Figura 16.* Color numéricamente correcto vs visualmente aceptable en escala CIELAB.

### **Establecimiento de tolerancias CIELCH**

Los usuarios de CIELCH deben escoger un límite de diferencias para  $DL^*$  (claridad),  $DC^*$  (croma) y  $DH^\circ$  (matiz). Esto crea una caja cuneiforme alrededor del estándar. Dado que CIELCH es un sistema de coordenadas polares la caja de tolerancias puede ser girada con respecto del ángulo de matiz.

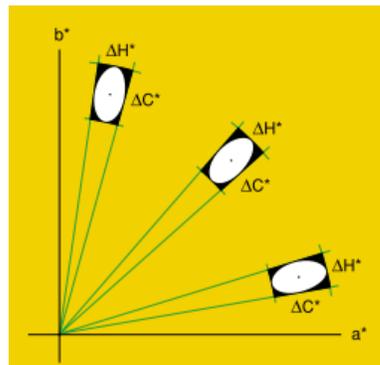
*Ver Figura 17*



*Figura 17.* Cuñas de Tolerancias CIELCH.

Cuando esta tolerancia se compara con el elipsoide podemos ver que ésta se ajusta más a la percepción humana (x-rite,2015). Esto reduce la cantidad de desacuerdos entre el observador y los valores del instrumento.

*Ver figura 18*



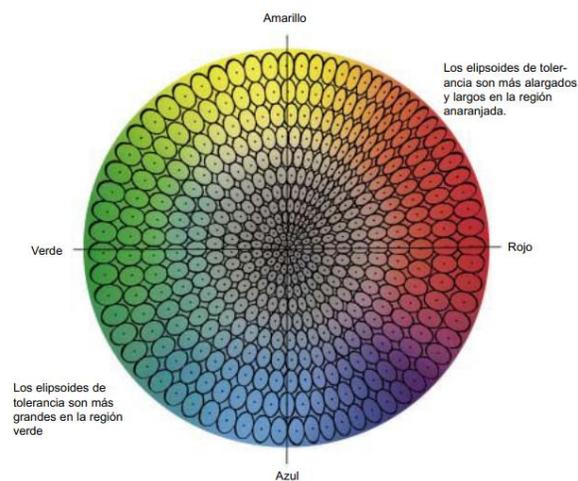
*Figura 18.* Elipsoides de Tolerancias CIELCH.

## **Establecimiento de tolerancias CMC**

El CMC no es un espacio de color sino más bien un sistema de establecimiento de tolerancias. El CMC se basa en CIELCH y da una mejor concordancia entre el análisis visual y la diferencia de color medida. El establecimiento de tolerancias CMC fue desarrollado por el Comité de Medición de Color de la Sociedad de Tintoreros y Coloristas de la Gran Bretaña y pasó al dominio público en 1988.

Matemáticamente el cálculo CMC define un elipsoide alrededor del color estándar con semiejes correspondientes a matiz, croma y claridad. El elipsoide representa el volumen de color aceptable y automáticamente varía en tamaño y forma dependiendo de la posición del color en el espacio de color. La variación de los elipsoides a través del espacio de color se muestra a continuación:

*Ver figura 19*



*Figura 19.* Representación de los Elipsoides en el Sistema CIELCH.

Los elipsoides en el área naranja del espacio de color son más alargados y angostos que los más anchos u más redondos en el área verde. El tamaño y forma de los elipsoides también cambia conforme el color cambia de croma y/o de claridad (x-rite,2015).

La ecuación CMC le permite variar el tamaño total del elipsoide para igualar mejor lo que sea visualmente aceptable. Cambiando el factor comercial (cf) el elipsoide puede ser hecho tan grande o pequeño como sea necesario para igualar el análisis visual. El valor de cf es la tolerancia, lo que significa que si  $cf = 1.0$  entonces DE CMC menos 1 pasaría, pero más de 1.0 no.

Ver Figura 20

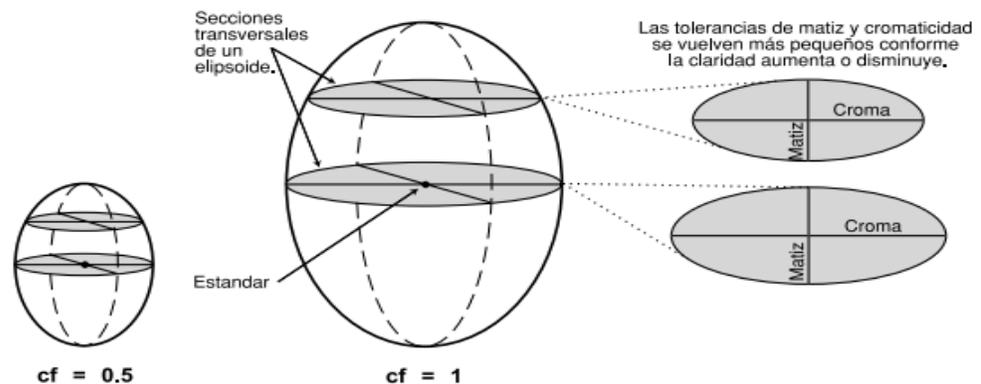


Figura 20. Factor Comercial (cf) de las Tolerancias

## 5. Metodología

Para el desarrollo metodológico del proyecto se establecieron una serie de actividades divididas principalmente en 4 etapas que consisten en:

## **5.1 Primera etapa**

identificación del problema, estudio y el reconocimiento del proceso de teñido y acabado en cada una de sus partes y su influencia en el estado final de la tela.

Para ello se estudió cada una de las partes del proceso desde que la tela ingresa a la tintorería hasta la que es remitida al respectivo cliente, las etapas a estudiar son almacenamiento, teñido, acabados y revisión de calidad.

Esta etapa se dividió en fases donde en cada una de ellas, para que se pudiera conocer y analizar la influencia que tenían cada una de ellas en el tono final.

### **5.1.1 Almacenamiento**

En esta fase se observó y analizó las condiciones del crudo (tela sin teñir generalmente) y como esta afecta tono final de la tela. Para ello se estuvo una semana en el área de almacenamiento y plegado para ver los diferentes tipos de problemas de la tela que podrían tener en el tono al momento de teñir por causas de mal almacenamiento. Para ello se examinaba en el área en el área de plegado donde se examinaba los rollos mientras se plegaban y se verificaba que no tuviera algún defecto de la tejeduría o contaminación grave con alguna sustancia desconocida que son los dos factores en esta etapa que afectaría el tono final de la tela teñida.

### 5.1.2 Teñido

En esta fase se estuvieron 3 semanas inicialmente y durante toda la práctica, aquí se aprendieron los efectos que tienen los diversos factores como curva de tintura, relaciones de baño, control de pH entre otros factores, que tienen una influencia directa en el tono de la tela teñida en húmedo.

Estos efectos se aprendieron realizando apoyando los ensayos programados junto a los operarios de cada máquina de teñido y los supervisores, aquí se observaron los efectos de cada uno de estos factores en el tono final de la tela.

En consecuencia, se decidió realizar una intervención en el proceso de tintura por medio de las siguientes tareas:

- Se realizó seguimiento a algunas curvas de tintura
- Se revisó cada formulación de colorantes para determinar qué proceso debía tener la receta y que esta tuviera la relación de baño adecuada de acuerdo al tipo de tela y a la máquina en la cual se encontraba .
- Se tomaron medidas de pH durante la tintura, debido a que, este parámetro en la tintura es un factor importante para lograr un completo agotamiento.
- Se revisó el funcionamiento correcto de cada auxiliar de tintura.

De esta etapa se aprendió que los factores que tiene pueden alterar o desviar un tono con respecto al tono deseado en la máquina de tintura son: las relaciones de baño de las

máquinas, Concentraciones de colorantes, la duración de cada una de las curvas de tintura y las temperaturas a las cuales se realizan estas.

Una máquina de tintura de Tincol S.A.S y un esquema de una curva de tintura de tintura que se estudiaron mientras se realizó la intervención estos se muestran a continuación:

*Ver figuras 21 y 22*



*Figura 21. Vista Frontal de la Maquina 1 de Tincol S.A.S*

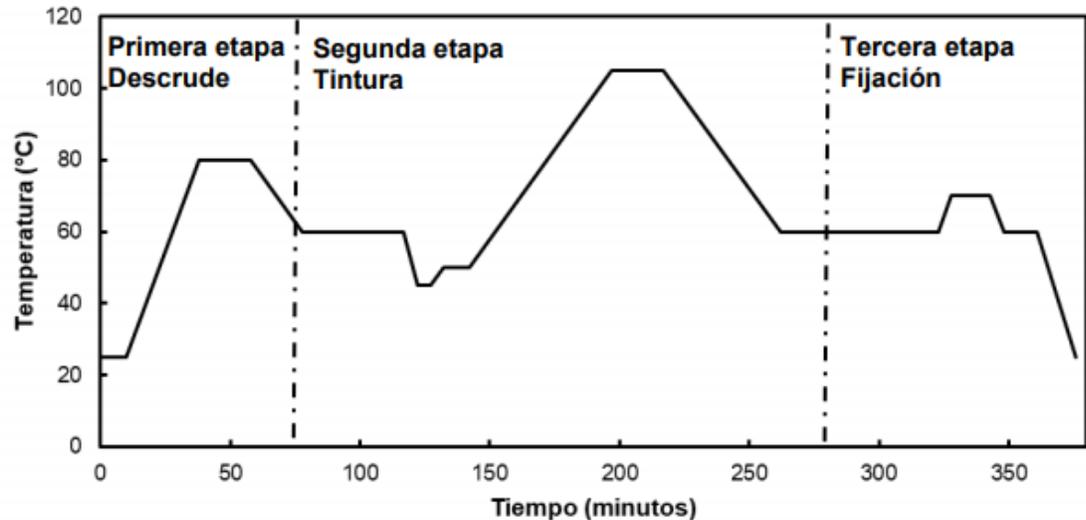


Figura 22. Representación de una Curva de Tintura Utilizada en Tincol S.A.S

Adicionalmente se aprendió que en esta etapa es la más importante para solucionar la mayoría de los problemas que puede presentar la tela, especialmente los problemas que tiene la tela con respecto a tono, ya que si se interviene en esta etapa la tela es más fácil de reprocesar y los procesos derivados para su ajuste son menos costosos que los procesos de una tela que fue terminada y tiene el mismo problema. como en el caso de una devolución.

Para ello se evaluó a diario los diferentes problemas que tenían la tela después de realizar el proceso de teñido. Para ello un seguimiento que consto de las siguientes etapas:

- Evaluó y reporto con ayuda de los supervisores del área de tintorería diariamente las telas que presentaba algún tipo de problema.
- Escucho y registro las diferentes soluciones propuestas por el equipo de producción en las reuniones que se realizaban semanalmente.
- Se realizó seguimiento a las telas reprocesadas hasta que se está estuvieran terminadas.

### **5.1.3 Etapa de acabados**

En esta etapa se estuvo una semana observando cómo se le daban las condiciones finales a la tela ya teñida, además de observar alguno de los problemas que se dan en esta etapa como lo son tela liviana, tela pesada, elongación incorrecta entre otros, al igual que en la etapa de teñido se realizó un seguimiento bajo el mismo esquema a las telas que tenían algún problema respecto al acabado. Además, se aprendió principalmente que los dos únicos factores que pueden cambiar el tono en esta etapa son que la temperatura de la norma no sea la indicada, que algún producto en la rama para dar las condiciones finales altere el tono.

### **5.1.4 Etapa de revisión de calidad**

En esta etapa se estuvo durante 4 semanas observando los diferentes procedimientos que tiene esta área para determinar si una tela es o no apta para despacho. Esta área está dividida en dos y en donde se realizaron diferentes seguimientos donde se aprendió los procedimientos de calidad.

#### **5.1.4.1 Área de revisión de rollos**

En esta área observo y realizo un seguimiento con ayuda de los revisores de calidad donde se aprendieron los siguientes procedimientos:

- Revisión de algunos rollos de los lotes producidos e identificación de algunos de los problemas que usualmente se presentan en la planta como mareo, quiebres, tono en el mismo rollo, puntos de colorantes entre otros.

- Clasificación y acordonamiento de tela de acuerdo al tipo de problema que presente
- Chequeo del tacto de la tela

#### **5.1.4.2 Área de análisis de calidad**

En esta área es donde se revisan y registran las condiciones finales de cada lote antes de ser apto para su despacho junto con el analista de calidad se aprendieron los siguientes procedimientos:

- Chequeo de rendimiento de la tela terminada.
- Chequeo y evaluación de la solidez de la tela terminada.
- Chequeo del porcentaje de desperdicio que posee el lote.
- Registro de cada lote producido en la respectiva ficha de seguimiento de cada referencia.
- Chequeo y aprobación del tono de la tela terminada.

En esta última etapa fue donde se centró el proyecto ya que el analista de calidad realiza este procedimiento de forma visual, lo cual puede generar problemas porque la percepción visual de persona puede ser diferente.

#### **5.2 Segunda etapa:**

Conocer y familiarizarse con el espectrofotómetro CM-3600A, (KONICA MINOLTA), Su funcionamiento, precauciones, pasos para el uso de este equipo de forma

adecuada y establecer un estándar de color e ingresar la desviación máxima permitida. Adicionalmente se estudió los fundamentos de la colorimetría para entender el significado de cada uno de los resultados que el colorímetro determina al momento de realizar sus mediciones.

Una foto del espectrofotómetro en el cual se realizó el proyecto.se muestra a continuación:

*Ver figura 23*



*Figura 23.* Espectrofotometro Konica Minolta 3600<sup>a</sup>.

Para ello se estudió previamente el manual de uso del equipo, adicionalmente se estudió previamente los diferentes sistemas de coordenadas o valores triestímulos que están preestablecidos, además se realizaron unas sesiones con el encargado de laboratorio para familiarizarse con el uso práctico del equipo.

Para el uso práctico del equipo se requirió aprender como registrar adecuadamente una muestra estándar de tela y comparar el estándar con un lote de producción para saber qué

tan desviado esta con respecto al estándar. Los pasos que se realizaron para el registro de los estándares y la comparación con los lotes de tela en producción fueron los siguientes.

### **Registro del estándar**

1. En el computador del espectrofotómetro se abrió el programa el Texprisma.
2. Calibrar el equipo.
3. Dar click en la pestaña con el nombre de “Estandar”
4. Ingresar ID, Nombre del color, Cliente, Tolerancia y uso de la muestra
5. Tomar la muestra estándar de tela, doblarla en 4 partes y ponerla en el espectrofotómetro.
6. Realizar la lectura de la muestra 4 veces moviendo el disco de lectura un poco hacia la izquierda entre cada medición.

La interfaz del programa Texprisma y los resultados obtenidos después de registrar el estándar se muestra a continuación:

*Ver figura 24*

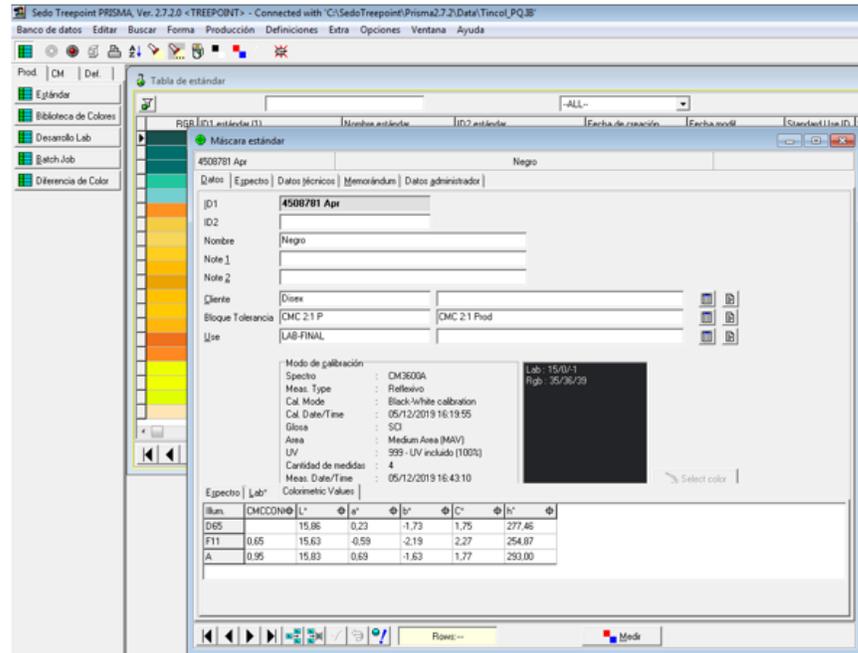


Figura 24. Interfaz Programa Texprisma,

### Comparar lote de producción con su respectivo estándar

1. En el computador del espectrofotómetro se abre el programa el Qtex
2. Dar click en la pestaña con el nombre de "Diferencia de color"
3. Buscar el estándar con su respectiva ID
4. Tomar la muestra de tela del lote en producción, doblarla en 4 partes y ponerla en el espectrofotómetro.
5. Realizar la lectura de la muestra 4 veces moviendo el disco de lectura un poco hacia la izquierda entre cada medición.

La interfaz del programa Qtex y los resultados obtenidos después de comparar el lote de tela en producción con su estándar se muestra a continuación:

Ver Figuras 25 y 26

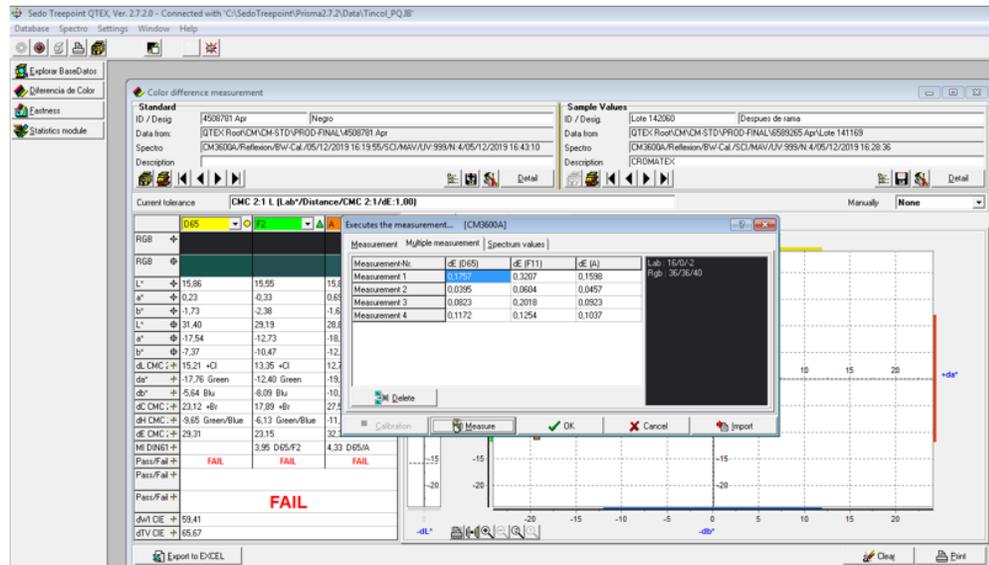


Figura 25. Interfaz del Programa Qtex.

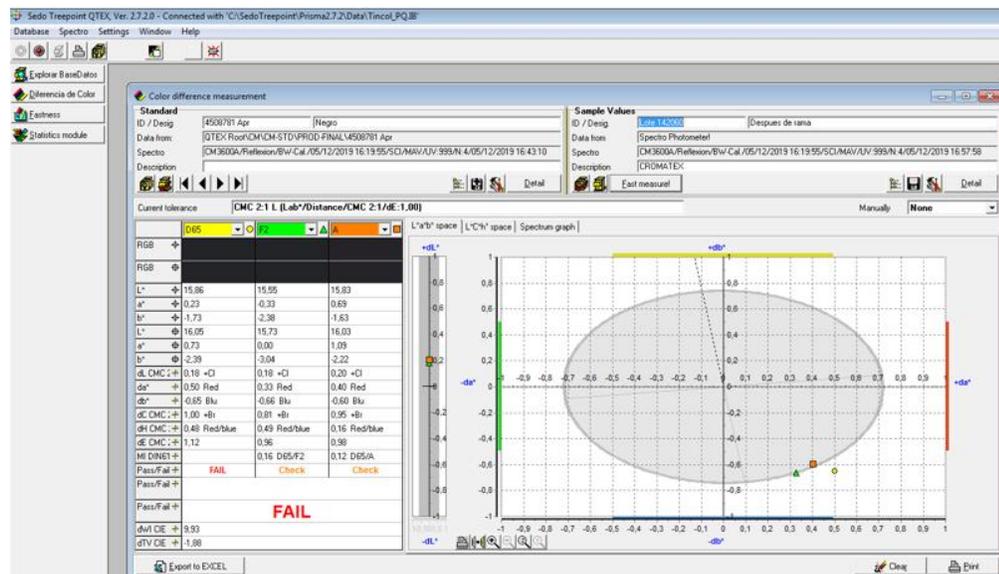


Figura 26. Resultados Obtenidos en el Qtex.

### 5.3 Tercera etapa:

En esta etapa se estableció un sistema de medición para cuantificar la desviación que tiene la tela analizada con respecto a su estándar previamente establecido, de acuerdo se estableció un criterio de desviación máxima permitida para cada cliente y así se determinó si un lote era apto para su despacho o se le tenía que realizar algún ajuste en su tono.

Para ello se estableció un procedimiento en donde se terminó la desviación máxima permitida para cada cliente el cual se realizaron los siguientes pasos:

- Almacenar en la base de datos del Espectrofotometro el estándar de cada una de las referencias de los clientes estableciendo como desviación inicial un  $\Delta E$  de 1, en el Texprisma

El estándar se obtuvo de la primera hoja de seguimiento que tiene cada referencia en el laboratorio. La cual se muestra a continuación:

*Ver figura 27*

**TINCOL** LABORATORIO QUÍMICO

TONO: 4012016 REF: Janda COMP: F14  
 Molana 16.10.2019  
 CLIENTE: Lina Oveja FECHA: 17.2.19

RECETA		MUESTRA ESTANDAR
%	COLORANTE	
0.11	Amilo Maroon Dye	[Orange Sample]
0.002	Red Quinacridone Dye	
0.002	Red Quinacridone Dye	[Orange Sample]
0.002	Red Quinacridone Dye	
0.002	Red Quinacridone Dye	[Orange Sample]
0.002	Red Quinacridone Dye	
0.002	Red Quinacridone Dye	[Orange Sample]
0.002	Red Quinacridone Dye	

OBSERVACIONES:

1º LOTE PRODUCCIÓN

2º LOTE PRODUCCIÓN

Figura 27. Hoja de Seguimiento Laboratorio con Registro del Estándar de Tela.

- Comparar los seguimientos de los lotes producidos en planta en el espectrómetro, realizando su registro en él y anotar los  $\Delta E$  con respecto al estándar de cada uno de los lotes

La hoja de seguimiento con los lotes producidos se muestra a continuación:

Ver Figura 28

**TINCOL** LABORATORIO QUÍMICO

SEGUIMIENTO DE TONOS DE CALIDAD POR CLIENTE DESPUÉS DE RAMA

Cliente: Tono: Color:

[Orange Sample]					
[Orange Sample]					
[Orange Sample]					

Figura 28. Registro Histórico de Lotes Producidos en Planta

- Determinar en el texdrive si los lotes registrados en el seguimiento fueron o no rechazados por tono.
- Realizar un promedio desviación máxima permitida para cada referencia tomando como base los lotes del seguimiento que no fueron rechazados por tono.
- Realizar un promedio de la desviación máxima para cada cliente y aproximarlos a la desviación por debajo más cercana que se encuentra en el colorímetro ya sea 0.5, 1 o 2.
- Evaluar si la desviación máxima permitida obtenida es logística y económicamente viable.
- En caso de ser viable cambiar la desviación máxima permitida de todas las referencias en el texprisma

#### **5.4 Cuarta etapa:**

En esta etapa se evaluó si los objetivos establecidos se cumplieron, para ello se analizaron cada uno de ellos como se indica a continuación:

##### **5.4.1 Establecer el sistema de desviación cuantitativo**

En esta etapa se analizó si el sistema propuesto en el inciso 5.3 fue de utilidad y mejoro la gestión de calidad de la empresa. Para ello se realizaron las siguientes tareas:

- Determinar la cantidad de reprocesos no autónomos por motivo de tono que se implementación del proyecto.

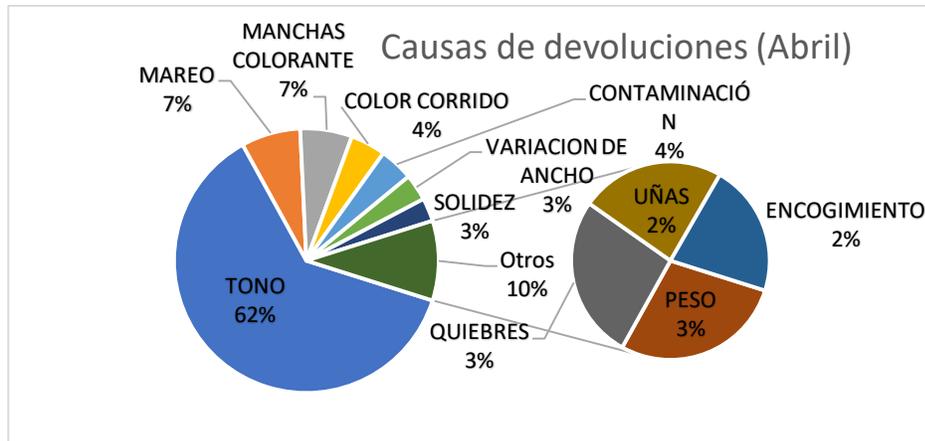
- Determinar la cantidad de reprocesos no autónomos por motivo de tono que se realizaban durante la implementación del proyecto.
- Analizar con base a los datos de la cantidad de reprocesos no autónomos y si estos disminuyeron durante la realización del proyecto.

#### **5.4.2 Disminuir el porcentaje de devoluciones por tono**

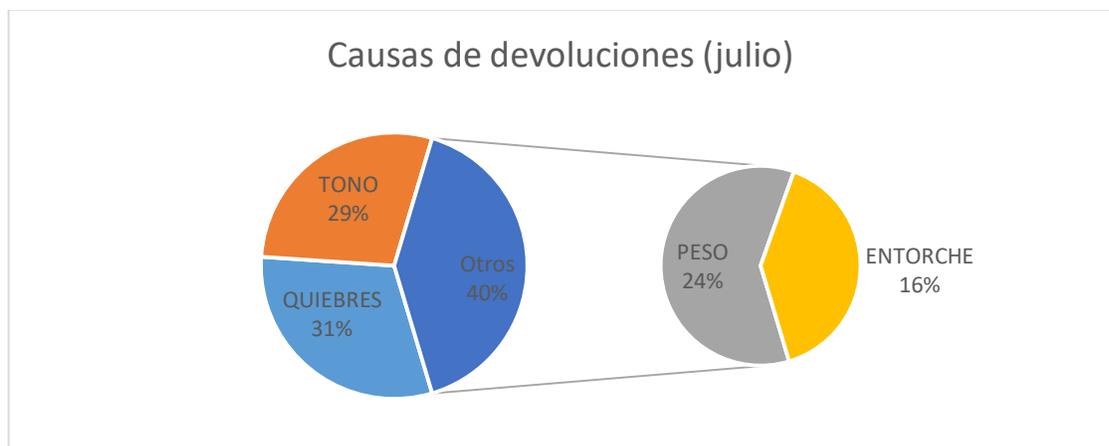
En esta etapa se determinó si el porcentaje de devoluciones por tono disminuyó. Para ello se tomaron las gráficas las cuales muestran la distribución porcentual de las causas de los reprocesos tanto antes como durante la realización del proyecto.

*Ver figuras 29,30 y 31*

Que son algunos de los registros donde se obtuvieron los datos de devoluciones por tono, para posteriormente generar una gráfica mes a mes del porcentaje de devoluciones por tono y se determinó si el cambio fue el esperado a lo largo del proyecto, adicionalmente se registraron fenómenos externos que pudieron alterar la dinámica del proyecto como lo fue el auge de la industria textil en agosto, septiembre y octubre. Esto se realizó en las dos últimas semanas del proyecto.



*Figura 29.* Causas de Devoluciones en TINCOL S.A.S Mes de Abril.



*Figura 30.* Causas de Devoluciones en TINCOL S.A.S Mes de Julio

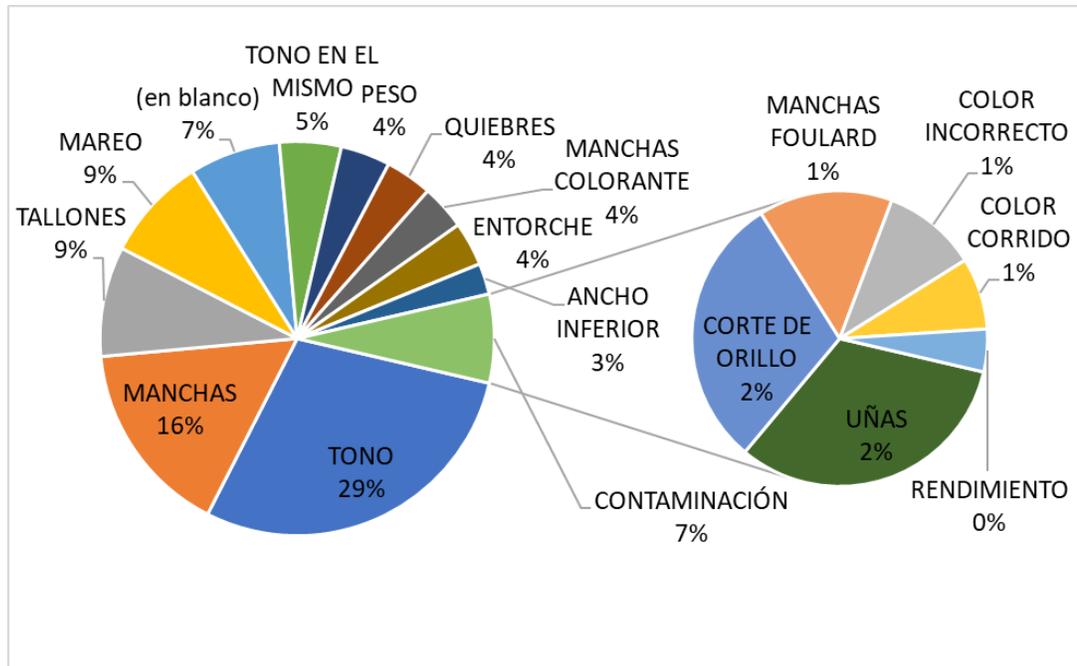


Figura 31. Causas de Devoluciones en TINCOL S.A.S Mes de Noviembre.

## 6. Resultados y análisis

### 6.1 Resultados

#### 6.1.1 Índices de tolerancia para cada cliente

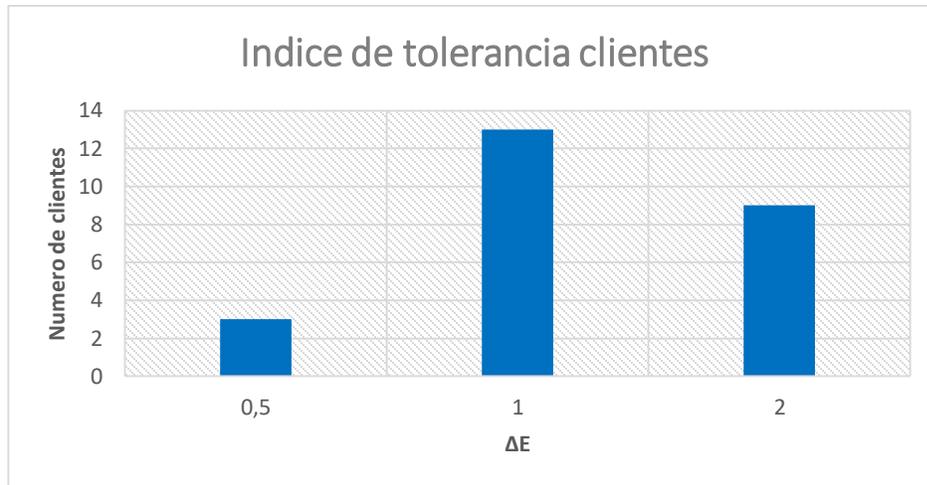


Figura 32. Índice de Tolerancia para los Clientes Habituales de TINCOL S.A.S.

### 6.1.2 Porcentaje de devoluciones por tono

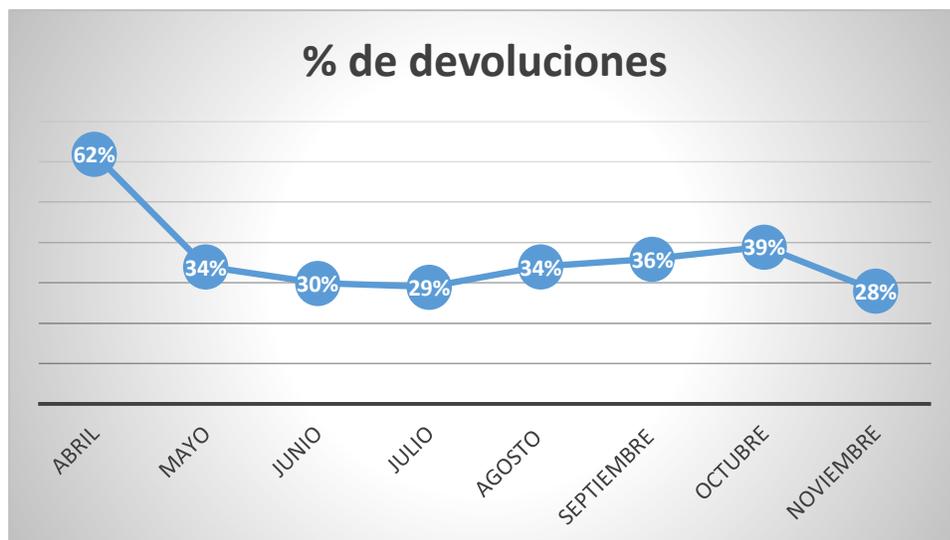


Figura 33. Porcentaje de Devoluciones por Tono Abril-Noviembre del 2019

TINCOL S.A.S.

### **6.1.3 Protocolo de matizado en marcha utilizando el espectrofotómetro**

1. Llevar la muestra de tela del lote en planta al espectrofotómetro y realizar la comparación con el estándar antes de rama que está almacenado en la base de datos.
2. Determinar si la lectura del lote en planta cumple con la tolerancia del cliente en específico.
3. Realizar el matizado a escala en el laboratorio para determinar la cantidad de cada uno de los colorantes requeridos para ajustar el tono al deseado.
4. Comparar la muestra matizada en el laboratorio con el estándar antes de rama hasta que llegue a la tolerancia requerida.
5. Escalar la tricromía del matizado en marcha realizado en laboratorio y complementar con los productos requeridos para ajustar el tono correctamente.
6. Matizar el lote y sacar una muestra del lote matizado en planta para comparar con el estándar antes de rama.
7. Evaluar si el lote matizado en planta cumple con la tolerancia del cliente establecido.

## **6.2 Análisis**

### **6.2.1 Establecimiento del índice de tolerancia para cada cliente**

Como se puede observar *Ver Figura 32*, se observa que el índice de tolerancia para cada cliente varía entre 0.5, 1 y 2, antes del proyecto se tenía como medida preestablecida

que la tolerancia permitida era de 1 para todos los clientes, pero se reajustaron algunos clientes por las siguientes razones:

Los clientes que se les estableció un índice de tolerancia de 0.5 fue debido a que durante la realización del proyecto estos clientes tuvieron un gran número de devoluciones y reprocesos por tono aun cuando se estableció la verificación de las desviaciones de tono por medio del espectrofotómetro con una desviación permitida 1, esto se debe a que estos clientes aunque no determinan la desviación por medio de un dispositivo, estos tienen un criterio visual muy rígido por lo cual se siguieron generando los reprocesos y devoluciones debido a que el tono no cumplía con sus requerimientos, este fenómeno siguió hasta que con ayuda del espectrofotómetro se ajustó tomo la decisión de ajustar la tolerancia permitida a 0.5 en donde la evaluación visual de la tela cumplía con los requerimientos de los clientes, aunque se sabe mientras menos desviado este un tono se genera una mayor calidad en la tela esta medida no se puede implementar para todos los clientes porque la tolerancia de 0,5 es la escala que normalmente se utiliza a nivel de desarrollo de tonos en laboratorio siendo una medida difícil de lograr porque intervienen muchos factores y solo 2 clientes que se les estableció esta tolerancia cumplían con los criterios de rentabilidad y participación para que se adoptara esa medida.

Los clientes que se les estableció una tolerancia de 2 fue porque estos no son tan rigurosos en las desviaciones de telas, normalmente y en el caso de Tincol S.A.S muchos clientes realizan la inspección de forma visual. Estos clientes tienen una mayor tolerancia debido a que tienen un uso diferente para la tela terminada que los clientes más rigurosos,

pero esta tolerancia se les asigno por medio de la realización de un historial de diversas referencias de tela recibida y aceptada por ellos, por eso se les dio una tolerancia más alta.

Finalmente, en el caso de los clientes con tolerancia de 1 se tomaron igualmente de las lecturas históricas de lotes que ellos habían recibido y aceptado se vio que la tolerancia promedio esta alrededor de 1, mientras que los lotes con tolerancias mayores que 1 eran devueltos, según el seguimiento que tiene cada referencia en los registros de laboratorio.

Ya con ello se asentaron las bases para el uso del Espectrofotometro de manera adecuada cumpliendo el objetivo de establecer un estándar de medida cuantitativo que en este caso fue desarrollar la tolerancia permitida para cada cliente.

### **6.2.2 Análisis y evaluación del cambio en los porcentajes de devoluciones**

Como se puede observar *Ver Figura 33* el porcentaje de devoluciones el cual era el problema principal que tenía en abril disminuyo al comenzar con la implementación del proyecto ya que este se redujo desde un 62% a un 34% al mes siguiente, adicionalmente se ve una reducción en los dos meses siguientes llegando hasta un 29 % de devoluciones por tono. indicando que la implementación del uso de espectrofotómetro para la tela terminada siguió generando reducción en el porcentaje devoluciones por tono lo que conlleva a que los lotes que tenían problemas por tono fueron tratados internamente en la empresa evitando así sobrecostos por el transporte de Tincol S.A.S hacia el respectivo cliente y viceversa, tiempos perdidos por transporte de tela con mala calidad y procesos de desmonte de color más intensos y costosos. En cuanto a los meses de agosto a octubre se presentaron varias

peculiaridades las cuales ya se mencionaron anteriormente en la introducción de este proyecto las cuales fueron que en estos meses se genera el auge de la industria textil por lo que la demanda de telas por parte de los clientes fue mucho mayor y se entregaban telas realizando la revisión visual, especialmente en las telas que eran teñidas y acabadas durante el turno nocturno y que el tiempo durante el cual se realizaba la verificación de la desviación era limitado, porque se tenía que compartir el equipo con el personal de laboratorio el cual lo utilizaba para la verificación y desarrollo de nuevos todo, estos factores afectaron negativamente al porcentaje de devoluciones por tono, esto se puede notar en la figura 33 que durante estos meses hubo un aumento leve en las devoluciones por tono con respecto a los meses de junio y julio, pero se puede confirmar que el proyecto cumplió con el objetivo de disminuir las devoluciones por tono ya que en el mes de noviembre donde ya había terminado el auge de la industria textil se registró el porcentaje de devoluciones por tono más bajo en todo el año el cual fue de 28 % de las devoluciones totales

### **6.2.3 Actual sistema matizados en marcha vs sistema de matizados en marcha utilizando el espectrofotometro**

Como se puede leer en el protocolo de sistema de matizados en marcha propuesto utilizando el espectrómetro KONICA MINOLTA 3600A este protocolo ahorrara muchos ajustes adicionales que se necesitarían ya que con el actual sistema se decae en un error el cual es el análisis visual, como se mencionó anteriormente el problema con el análisis visual de una tela es que dependiendo del observador este puede variar de acuerdo al observador, si se sigue implementando se podría recaer en que el matizado realizado no sea adecuado y se

tenga que matizar de nuevo una o más veces, o que con esta percepción el lote de tela sea terminado y enviado al cliente el cual observe el tono desviado generando una devolución lo cual hace incurrir en gastos adicionales como lo son costos de transporte y reajustes más elaborados para ajustar el tono como lo son desmontes de color, igualaciones entre otros procedimientos. Además de que existe otro riesgo inherente en realizar la inspección visual en el proceso de matizados en marcha el cual es reproducibilidad o escalamiento del laboratorio a la máquina de tintura puede generar una desviación en los tonos matizados por lo que con el proyecto se recomienda realizar la evaluación de los matizados con ayuda del espectrofotómetro, ya que por el factor de escalamiento antes mencionado una matizado realizado en el laboratorio que cumple los criterios del cliente puede generar un tono desviado en planta, adicionalmente se propone que las desviaciones obtenidas por medio de las lecturas del espectrofotómetro estén en la medida de lo posible por debajo del valor permitida de tolerancia del cliente para evitar que el escalonamiento del matizado pueda generar que el tono matizado en planta no cumpla con la tolerancia establecida para el cliente,, no tener que repetir el proceso de matizado nuevamente.

## **7.Conclusiones**

El establecimiento del índice de índice de tolerancia con ayuda del espectrofotómetro KONICA MINOLTA 3600A para cada cliente es una herramienta de vital importancia para el área de calidad, ya que con ella se puede determinar de forma precisa cuando un lote es apto o no para despacho y así evitar la relatividad que se tenía anteriormente cuando se evaluaba de forma visual, además que establecer genera un ahorro de recursos porque

conociendo la tolerancia se evitan reprocesos innecesarios como en el caso de clientes con índice de tolerancia cuyo valor es de 2.

La implementación del espectrofotometro como estándar de calidad es una decisión que se debe ampliar para que se realice durante todos los turnos, no solo en turno diurno esto se ve reflejado en que en los meses donde se evaluaban todos los lotes el porcentaje de devoluciones debido a tono disminuyó, mientras que en los meses donde solo se pudieron medir algunos lotes este porcentaje se incrementó.

La implementación del sistema de matizados en marcha utilizando el espectrofotometro KONICA MINOLTA 3600A es un gran avance para la gestión y control de calidad para la tela teñida en húmedo y con una alimentación más extensa de los colorantes y fórmulas que se utilizan en Tincol S.A.S se podrán determinar la cantidad de cada uno de los colorantes que se requieren para ajustar el tono en las tolerancias permitidas por cada cliente para futuros proyectos.

## **8. Bibliografía**

F. E. Lockuán Lavado, II. LA INDUSTRIA TEXTIL Y SU CONTROL DE CALIDAD.

Fibras textiles, 1ra ed. 2013.

M. J. S. Ordoñez and M. Á. S. Maza, Iniciación en materiales, productos y procesos textiles. TCPF0309, 1ra ed. IC Editorial, 2013.

F. E. Lockuán Lavado, V. La industria textil y su control de calidad. Tintorería, 1st ed. 2012.

Espectrofotómetro 3600A Konica Minolta sensing Americas [en línea]. Available: [<http://sensing.konicaminolta.com.mx/products/espectrofotometro-cm-3600a/>] (último acceso 28 de agosto de 2019).

Entender la comunicación del color.x-rite [En línea]. Available: [<https://aqinstruments.wordpress.com/2015/10/15/que-es-un-colorimetro-como-funciona-y-para-que-sirve/>] (ultimo acceso 1 de septiembre de 2019).