



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**COLEGIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA PARA DISMINUIR EL NÚMERO DE  
MATICES EN EL TEÑIDO DE HILO LANA TÍTULO  
2/72 COLOR MS980 MEDIANTE  
ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS**

**TESINA PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**PRESENTA:  
JOSÉ RODOLFO ROSAS PINEDA**

**ASESOR: MTRD. SERGIO PONCE DE  
LEÓN DE LA HUERTA**

**NOVIEMBRE DEL 2013**

## **Agradecimientos.**

En primer lugar quiero agradecer a Dios por permitir llegar a este punto en mi vida, por darme la oportunidad de cerrar un ciclo muy importante, por poder suplir todo lo necesario para este proyecto de desarrollo personal y profesional que me completa como persona, agradezco al Señor por bendecirme al permitir alcanzar este logro tan importante para mí.

A mi familia por apoyarme durante todo este camino, por animarme e impulsarme a poder alcanzar este grado profesional, y por el apoyo incondicional que me dieron a lo largo de toda mi vida, por inculcar en mis todos los principios y valores que hasta hoy me han permitido lograr mis metas y cumplir con mis propósitos. Especialmente a mi madre que ha sido uno de los pilares más importantes en mi vida.

# Índice.

## Contenido

Agradecimientos. ....	1
Índice.....	2
Introducción. ....	5
Planteamiento del problema.....	6
Justificación.....	6
Objetivo general .....	7
Objetivos particulares .....	7
Capítulo I DESCRIPCIÓN DEL PROCESO .....	8
Proceso teñido del color MS980 en hilo de lana título 2/72 .....	8
Recibo de orden de producción.....	8
Buscar referencia.....	9
Teñido de muestra en laboratorio .....	10
Medición de la muestra contra el estándar .....	12
Calibración del espectrofotómetro mediante el software .....	13
Medición de un estándar.....	18
Medición de un lote de producción .....	20
Interpretación de los datos .....	23
Espacio de color CIE *L*A*B.....	23
Producción .....	25
Procedimiento de teñido según gráfica .....	28
Matiz de hilos .....	29
Inspección de hilo .....	30
Capítulo II MARCO TEÓRICO .....	32
La fibra de Lana .....	32
Historia.....	34
El Proceso de la Lana .....	37
Composición y Morfología.....	38
Propiedades de la lana. ....	41

Propiedades físicas. ....	41
Sección transversal y cutícula de la lana .....	42
El Teñido de la lana. ....	46
Los colorantes. ....	48
Mecanismo de tintura de la lana con colorantes ácidos. ....	49
Tintura de la lana con colorantes sólidos al batán. ....	51
Colorantes Lanaset (Colorantes que tiñen en el punto isoelectrico de la lana) .	52
Luz y color .....	55
Influencia de la luz en la igualación de colores. ....	62
5´s.....	65
Flujo para la implementación de 5´s .....	66
Seiri – Selección: .....	67
Seiton- Organización: .....	69
Seiso- Limpieza:.....	72
Seiketsu – Estandarización: .....	75
Evaluación de las 5´S.....	76
Shitsuke – Disciplina y Compromiso: .....	78
Capítulo III PROPUESTA DE CAMBIO.....	79
Aplicación selectiva de la herramienta 5´s en el área de laboratorio .....	79
Plan de acción .....	79
Seiri – Selección: .....	80
Seiton- Organización: .....	84
Seiso- Limpieza:.....	85
Seiketsu – Estandarización: .....	86
Shitsuke – Disciplina y Compromiso: .....	86
Disminución de tiempo en el teñido de una muestra en el área de laboratorio ...	87
Diagrama de operaciones simultaneas .....	92
Propuesta de procedimiento de teñido para el área de producción que asemeje condiciones de teñido en laboratorio .....	93
Capítulo IV CONCLUSIONES .....	98
Glosario .....	100

Índice de figuras tablas y diagramas .....	101
Bibliografía .....	105
Anexos .....	106

## Introducción.

En la vida cotidiana utilizamos ropas, artículos y otros objetos de uso doméstico. Para mejorar la diversidad y dignidad de casi todo objeto, se utiliza el tinte o pigmento y otras sustancias, a este proceso de coloración comparativamente permanente se le llama tintura. Se podría decir que lo que se puede teñir es ilimitado y de acuerdo a esto existen diferentes clases de tintura, en el caso de nuestra empresa que se dedica a la fabricación de tejido de lana podemos mencionar tres principales:

- a) Tintura de materia prima (Top dyeing)
- b) Tintura de hilo (Yarn dyeing)
- c) Tintura de tejido (Piece dyeing)

El presente trabajo nos muestra el proceso de teñido de hilo en lana (Yarn dyeing) y las ventajas que este nos proporciona.

Dentro de este proceso se describe la forma en la cual se prepara la materia prima desde los kilogramos a teñir, el color que se desea obtener, la receta para llegar a ese color y el proceso que debe seguir desde la parte teórica en la cual se concibe el color (laboratorio de teñido) hasta la parte práctica donde se crea (área de producción). Sin pasar por alto desventajas como una difícil igualación de color, tintura sólida y colores uniformes en la producción en masa, por esta situación el desarrollo del tema propone en gran medida soluciones para este tipo de situaciones.

## **Planteamiento del problema**

En el teñido de hilo en lana requerimos de la más alta exactitud en la igualación de color que nuestros clientes exigen, así como su repetitividad lote tras lote sin importar la cantidad que este nos demande, debido a la variación de nuestra demanda situamos los pedidos en máquinas con distinta capacidad, receta diferente, y demás variables que no permiten que la igualación se realice con la primera inmersión, por consecuencia se debe matizar las veces que sea necesario para obtener el color deseado lo que involucra un costo superior y mayor tiempo en su elaboración.

## **Justificación**

La razón principal por la que este trabajo se realiza es la consecuencia que trae el no obtener el color MS980 en un primer intento de teñido y este es el gasto superior a lo estipulado debido al uso excesivo de colorante, agua, tiempo, horas hombre, electricidad y varios re procesos que terminan por dañar la resistencia de la fibra originando su merma inmediata del producto

## **Objetivo general**

Propuesta de un sistema estandarizado basado en el análisis del proceso de teñido de hilo de lana título 2/72 color MS980 detectando áreas de oportunidad para optimizar las mediciones de calidad del área de tintura para disminuir costo y tiempos de operación del producto.

## **Objetivos particulares**

- 1.- Implementar 5's en el área de laboratorio (se medirá el éxito de esta implementación bajo el parámetro de orden).
- 2.- Realizar un estudio estadístico para identificar causas principales por las que la igualación de tono no se obtiene en forma inmediata.
- 3.- Con base en lo obtenido en el punto dos, realizar una propuesta de proceso de prueba en laboratorio para liberar teñido en producción.
- 4.- Proponer métodos de trabajo que estandarice las propuestas de laboratorio y producción.

## ***Capítulo I DESCRIPCIÓN DEL PROCESO***

### **Proceso teñido del color MS980 en hilo de lana título 2/72**

#### **Recibo de orden de producción**

El departamento de diseño el cual es encargado de especificar las características del tejido entre ellas el título de cada hilo que lo compone, manda al departamento de teñido una orden de producción donde se especifica<sup>1</sup>:

- a) Número de ÍTEM: Representa un número que identifica a la pieza de tela que se va a elaborar.
- b) Número de hilo: Representa el número con el que se identifica a cada hilo que compone la pieza de tela.
- c) Materia prima: Especifica material que se va a utilizar para la elaboración de hilo por ejemplo lana, poliéster, seda, etc.
- d) Porcentaje de composición: Establece que porcentaje de materia prima se va a utilizar
- e) Cantidad introducida: Es el número de kilogramos que debemos meter a teñir.
- f) Número de color: Es un conjunto de letras y números que identifican a cada color.
- g) Grueso del hilo: Especifica que título y torsión de hilo se va a utilizar.
- h) Cantidad a producir: es la cantidad real especificada en kilogramos que se va a utilizar en el tejido.
- i) Urdimbre-Trama: describe en qué forma se va a utilizar el hilo teñido
- j) Número de pedido
- k) Cliente
- l) Fecha de entrega

---

<sup>1</sup> Véase ejemplo en anexo 1 de este documento

Además de la de la orden de producción se anexa un cuadro de procedimiento que contiene una muestra física de la tela que se va a producir así como de los componentes los cuales contienen su número de hilo, número de color y referencia que es el número de hilo producido anteriormente con las mismas características con las que se quiere producir el actual.

## **Buscar referencia**

Una vez que se tiene la referencia del color se procede a buscarla en el área archivo la cual contiene el historial de todas las referencias de cada uno de los colores existentes en orden numérico ascendente.

Una vez obtenida la referencia se verifica la receta con la que se obtuvo dicho color la cual contiene:

- 1.- Colorantes con los que se tiñe ese color.
- 2.- Cantidades de colorante expresadas en porcentaje.
- 3.- Químicos auxiliares que acompañan la teñida.
- 4.- Número de programa con el que se va a teñir
- 5.- Datos de la anterior orden de trabajo.

## Teñido de muestra en laboratorio

Para asegurar la autenticidad de la receta se hace una teñida previa en laboratorio la cual asegura la calidad de la teñida y autoriza su teñido en el área de producción. A continuación se muestra el procedimiento que se lleva a cabo en laboratorio para la teñida de una muestra previa y el tiempo que demora hacerlo en cada paso:

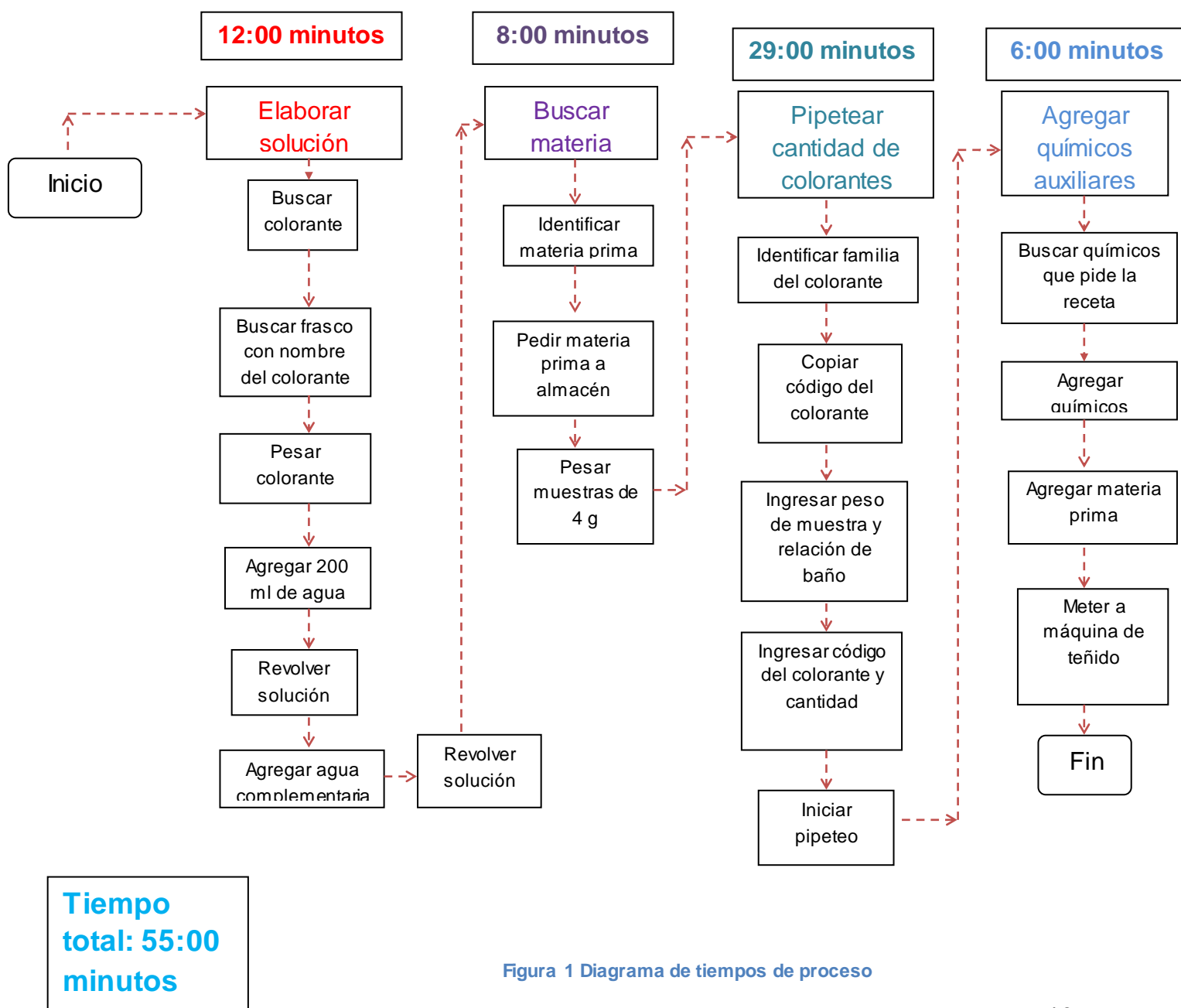


Figura 1 Diagrama de tiempos de proceso

Nota: El proceso de teñido que sigue la máquina de teñido es similar al que se tiene en el área de producción en cuanto a temperaturas y tiempos así como en ciclos y el cual se expresa en una gráfica que se explicará más adelante en el tema de producción.

Al finalizar el teñido de la muestra se saca de la máquina y se enjuaga con agua fría durante un minuto para posteriormente medirla y dejarla secar por 15 minutos en el horno.

Seca la muestra, tomamos un poco de hilo para hacer una madeja enrollando el hilo en una superficie plástica para de esta manera medirla contra el estándar y verificar su similitud o determinar que parámetros de medición fallan y corregirlos.

## Medición de la muestra contra el estándar

Para ejecutar este paso necesitamos de una herramienta llamada espectrofotómetro, y con ayuda de un software llamado *datacolor tools* determinaremos la similitud de nuestra muestra con el estándar, a continuación se muestra el procedimiento que se sigue para llevar a cabo la medición:

1.-Esta es la pantalla principal de software *datacolor tools*:

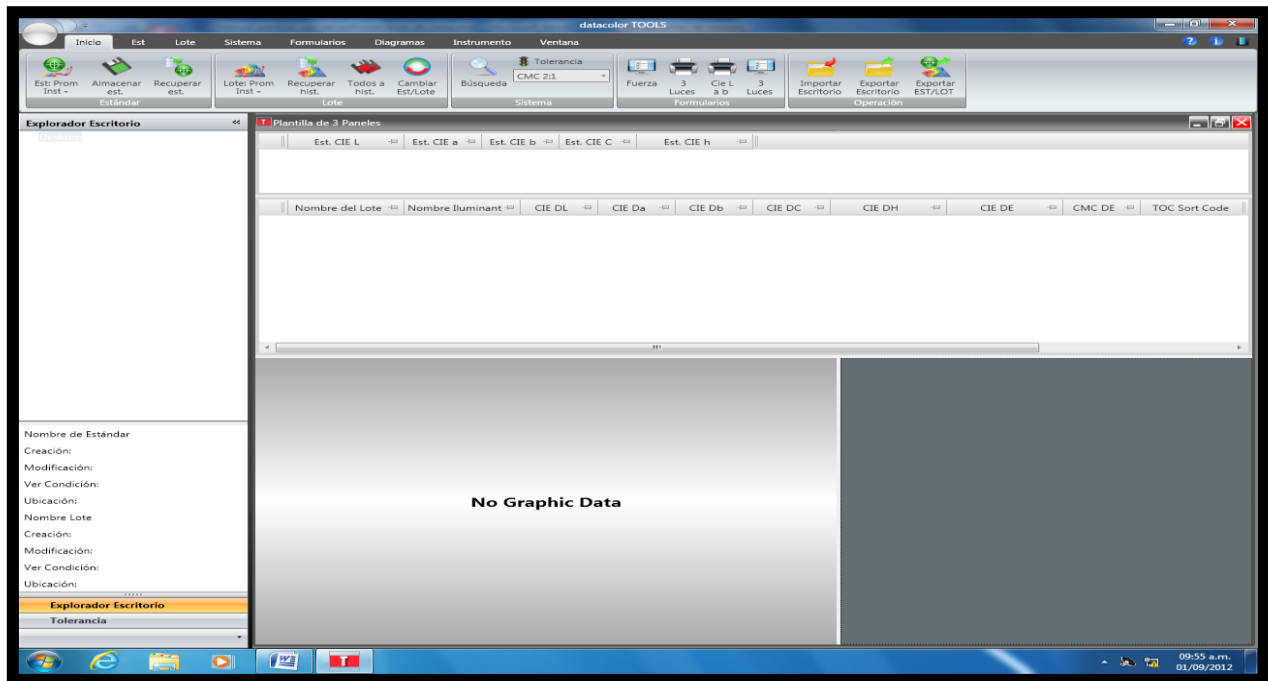


Figura 2 Pantalla principal de software *datacolor tools*

Esta es la máquina encargada de tomar la medición ESPECTROFOTÓMETRO



Figura 3 Espectrofotómetro

## Calibración del espectrofotómetro mediante el software

Ubicar el kit de calibración ubicado en el área de laboratorio.



Figura 4 Kit de calibración

Elegir la placa con apertura correspondiente en base al tamaño de muestra que se desea medir



Figura 5 Placas con apertura del espectrofotómetro

Colocar la placa en el espectrofotómetro.



Figura 6 Colocación de placa en espectrofotómetro

Una vez ingresado al software el usuario debe elegir en su barra de menú la opción **INSTRUMENTO**.

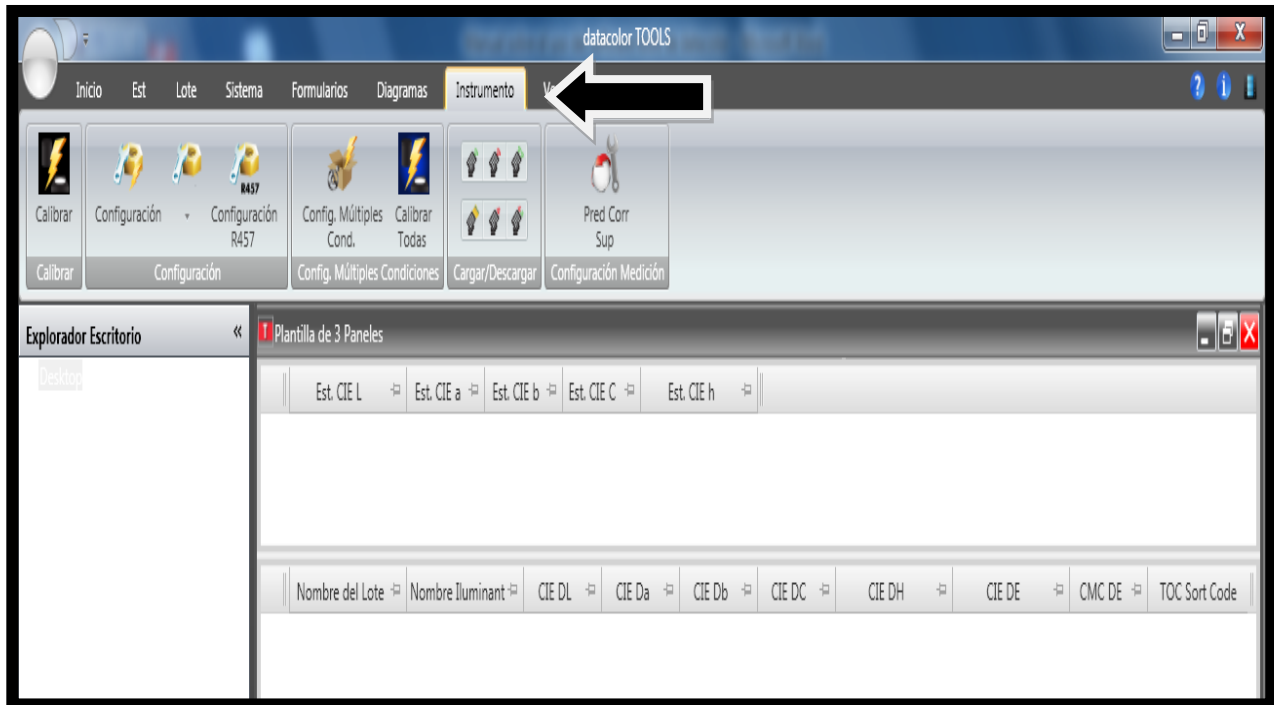


Figura 7 Pestaña instrumento

Posteriormente elegir la opción **CALIBRAR** la cual desplegará una ventana como la siguiente:

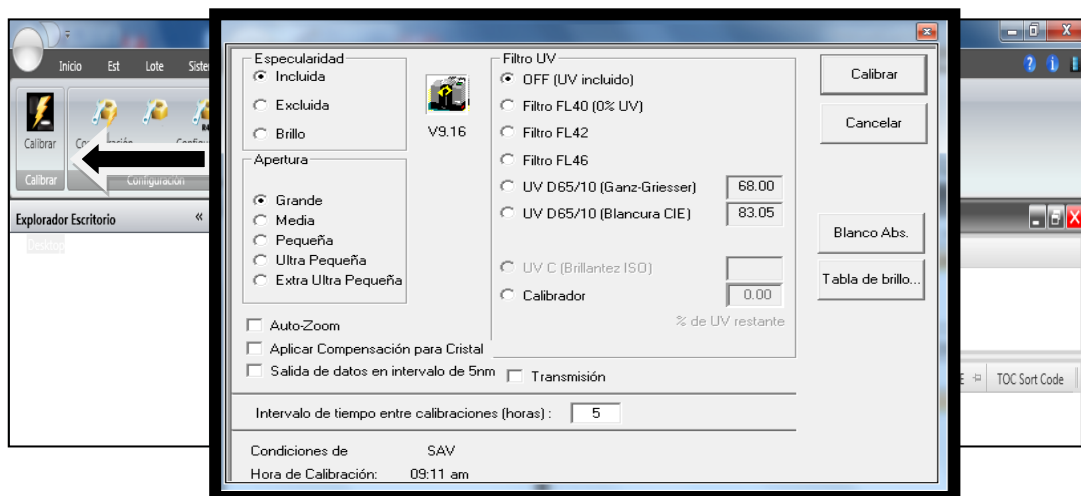


Figura 8 Opción calibrar

El usuario deberá elegir las siguientes opciones con base a la placa elegida, por ejemplo:



Figura 9 Placa grande

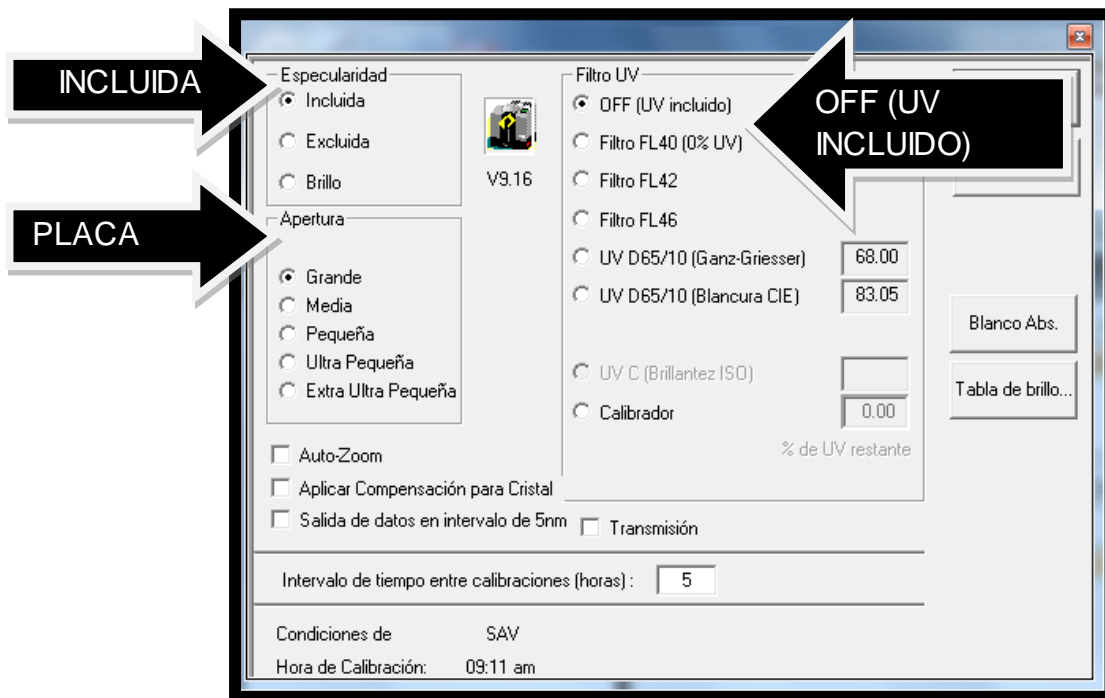


Figura 10 Ventana de calibración

NOTA: Las opciones INCLUIDA y OFF (UV incluida) nunca cambiarán solo la opción GRANDE, MEDIANA, PEQUEÑA según sea el caso.

Una vez elegidos los datos correctos dar clic sobre el botón de calibrar.

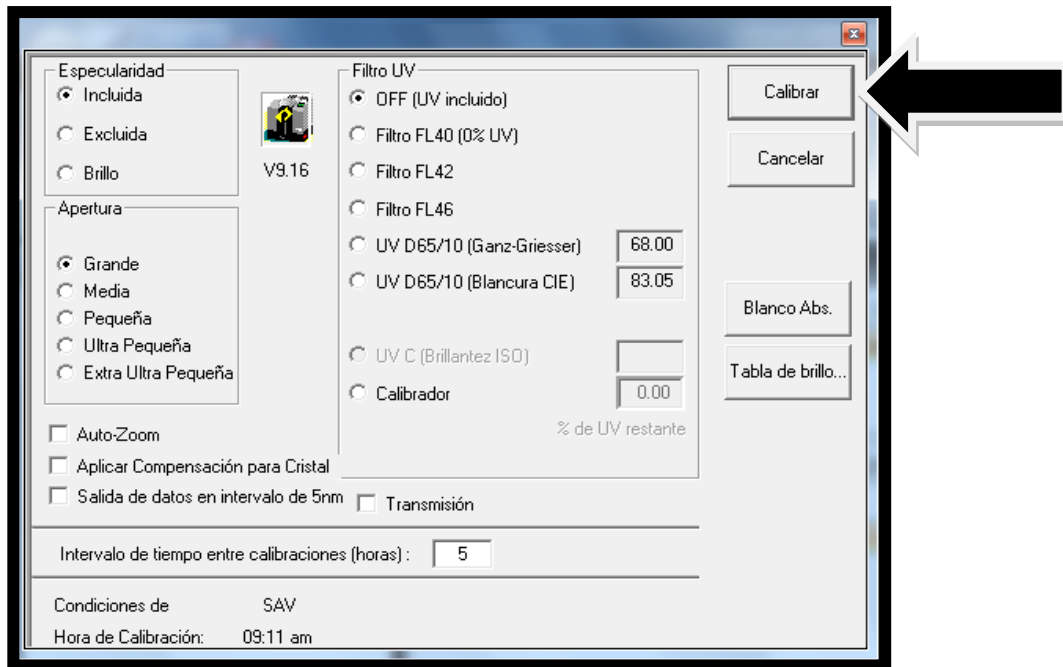


Figura 11 Opción calibrar

Aparecerá una ventana la cual nos indica que coloquemos primeramente el negro estándar.

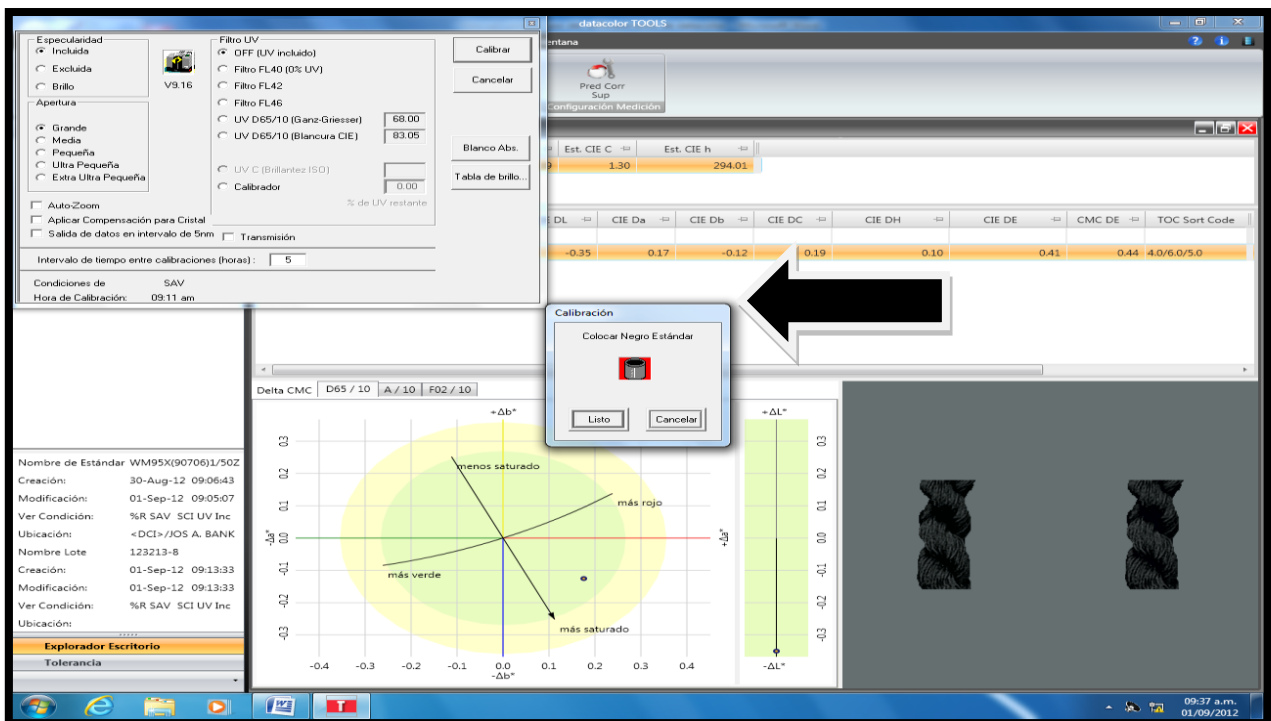


Figura 12 Instrucciones de calibración



**Figura 13 Colocación de estándar de calibración**

Al terminar esa calibración aparecerá una nueva ventana la cual nos pide coloquemos la placa blanca y posteriormente la placa verde, aplicaremos el mismo procedimiento que con la placa negra y finalizaremos el calibrado, esto lo debemos hacerlo cada 5 horas.

## Medición de un estándar

Elegir en la barra de menú la opción inicio

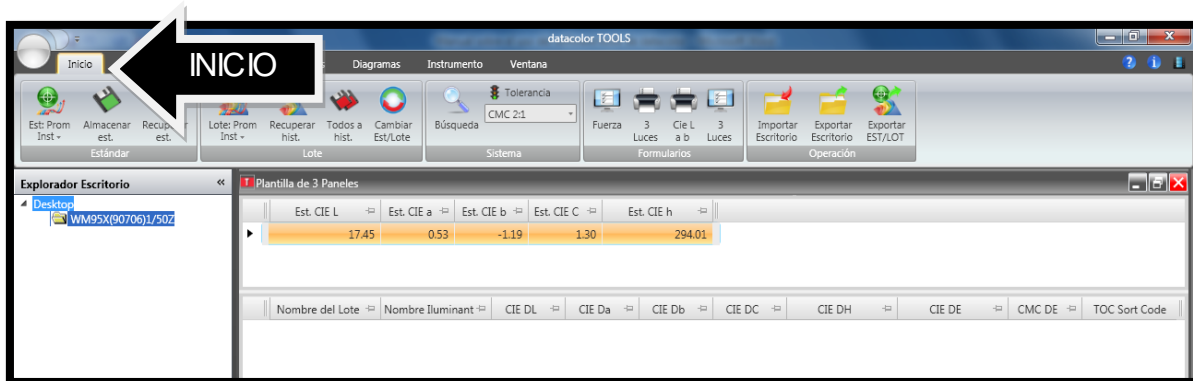


Figura 14 Pestaña inicio

Dar clic en el botón de Est: Prom inst como lo indica la imagen

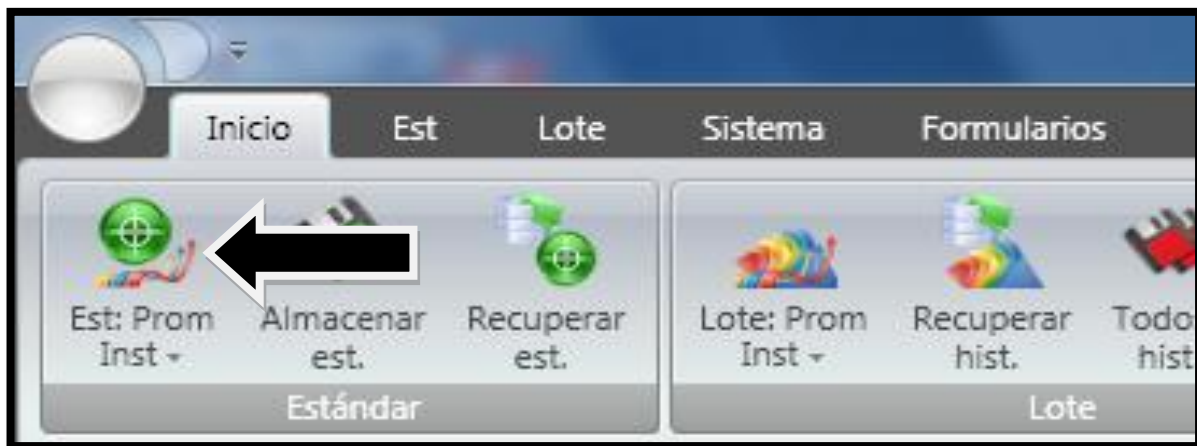


Figura 15 Opción estándar promedio

Asignar un nombre a la muestra tomando en cuenta el número de color seguido del número de hilo y el material que se utiliza por ejemplo: MS980(124586) 2/72 HILO

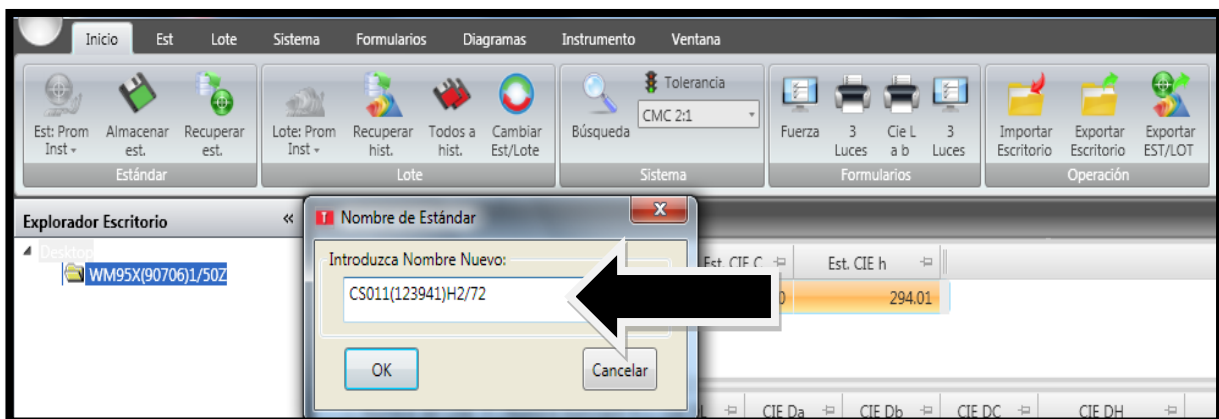


Figura 16 Ventana nombre del estándar

Colocar la muestra del estándar previamente hecha madeja en el espectrofotómetro.

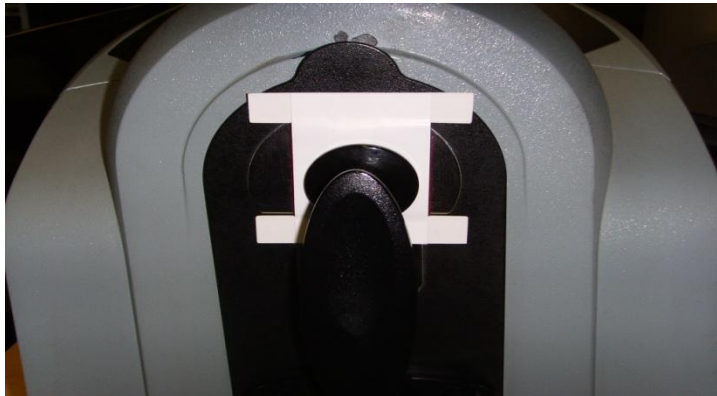


Figura 17 Colocación de la muestra de hilo

Dar **OK** a la ventana la cual abrirá una nueva ventana para llevar a cabo la medición.

- a) Esperar a que el led aparezca en verde, si el led es rojo o amarillo regresar al paso 2
- b) Elegir la opción múltiple
- c) Aplicar el número de mediciones requeridas (mínimo 4) dando clic en el botón de **MEDIR** girar la muestra 45 grados en cada medición.
- d) Al terminar de ejecutar la mediciones **ACEPTAR AHORA**.

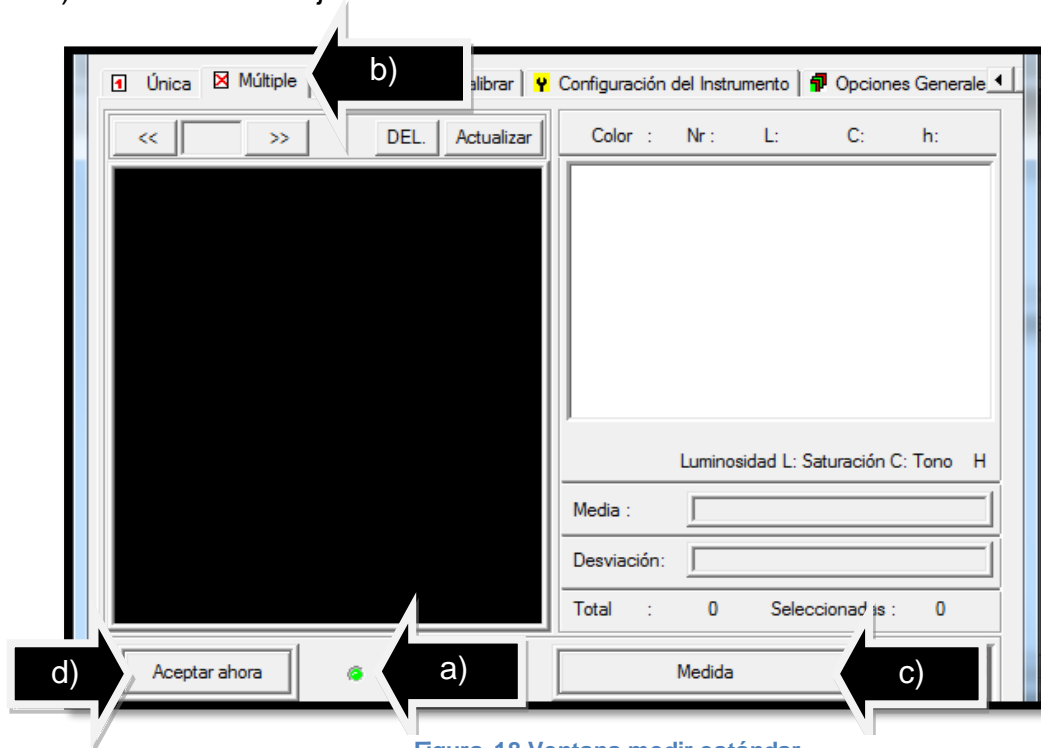


Figura 18 Ventana medir estándar

Nos aparecerá la siguiente pantalla donde nos indica la medición del estándar y sus datos correspondientes.

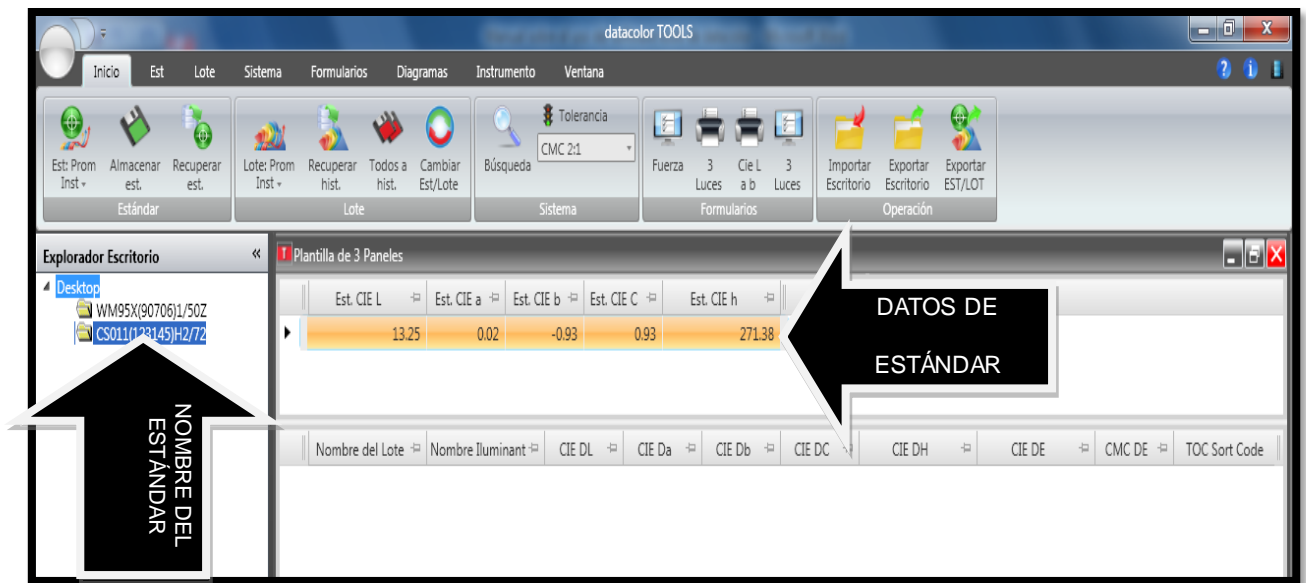


Figura 19 Ventana datos del estándar

## Medición de un lote de producción

Ubicarse en el menú inicio de la ventana y elegir **Lote: Prom Inst.**



Figura 20 Opción medir lote de producción

Asignar un nombre al lote tomando en cuenta el número de hilo que lo identifica por ejemplo: 123546

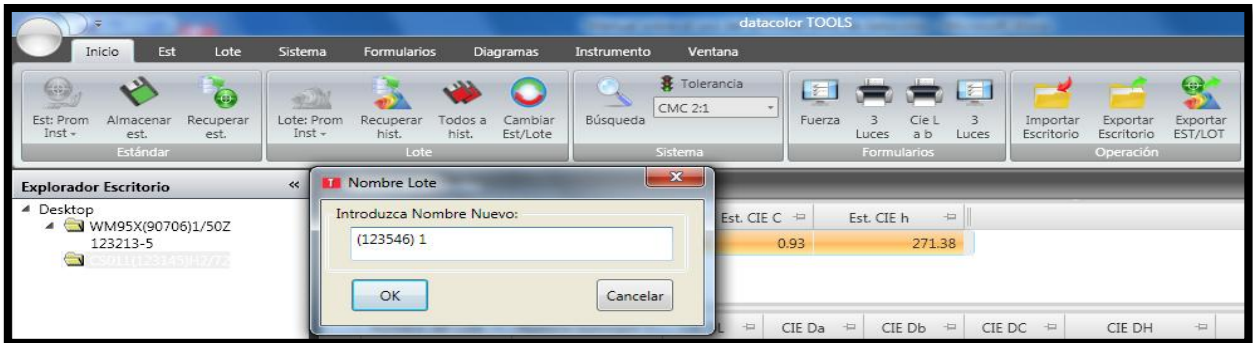


Figura 21 Ventana nombre del lote de producción

Aparecerá la siguiente ventana

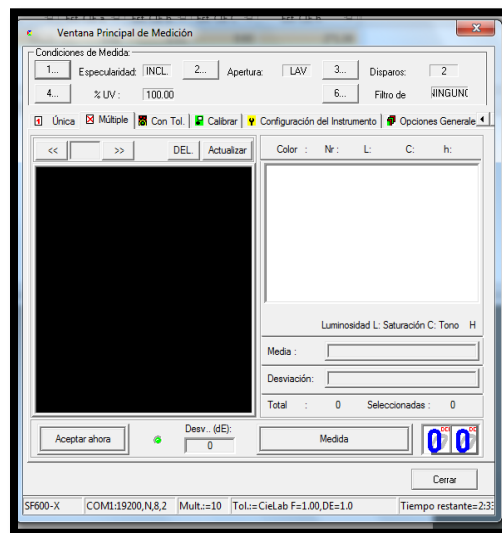


Figura 22 Venta medición del lote de producción

Colocar la muestra a medir en el espectrofotómetro.

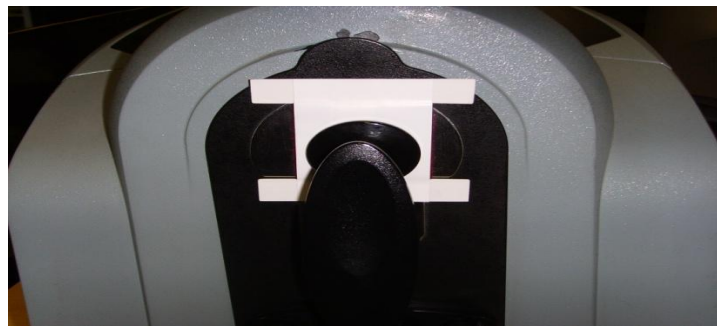


Figura 23 Colocación de la muestra de producción

Aplicar mínimo 4 mediciones con el botón de **medida** y asegurarse de girar la muestra 45 grados en cada medición, al terminar dar **aceptar ahora**.

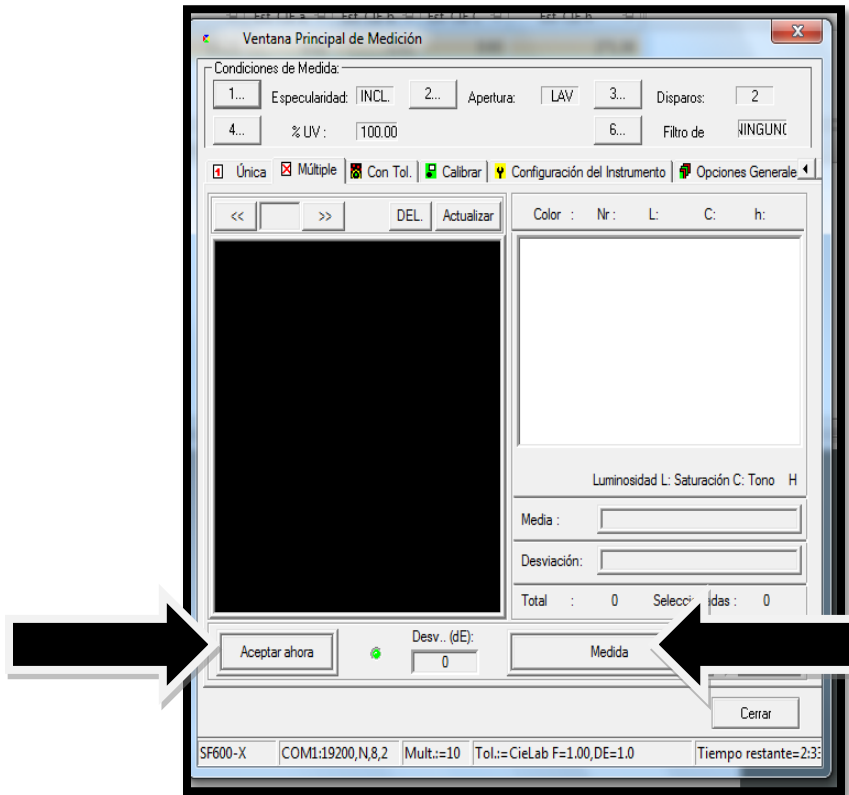


Figura 24 Ventana medición del lote de producción

Al aparecer la siguiente pantalla ir al menú **inicio** y elegir la opción **3 luces** la cual nos proporciona los datos de nuestro interés como lo son:

DL- Da- Db- DE- CCM- PASA/FALLA

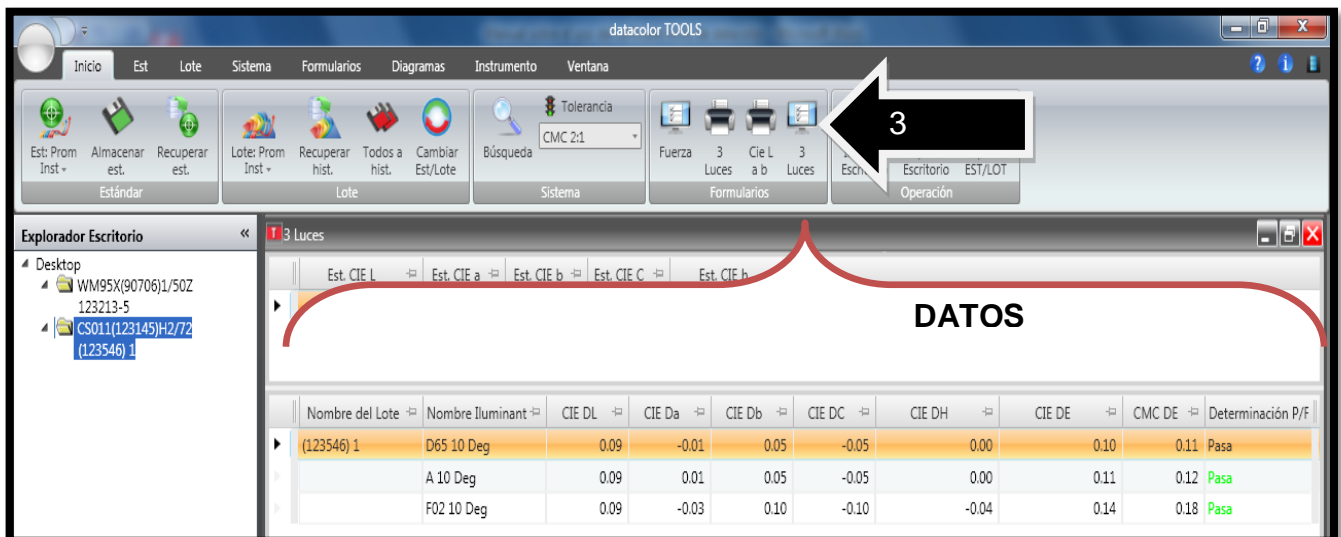


Figura 25 Ventana de datos comparativos lote de producción vs estándar

## Interpretación de los datos

### Espacio de color CIE \*L\*A\*B

**Lab** es el nombre abreviado de dos espacios de color diferentes. El más conocido es CIE LAB(estrictamente CIE1976 L\*a\*b\*) y el otro es HUNTER LAB.

Ambos espacios son derivados del espacio maestro CIE 1931 XYZ. Sin embargo, CIELAB se calcula usando raíces cúbicas y Hunter Lab se calcula usando raíces cuadradas se recomienda utilizar CIELAB para nuevas aplicaciones, excepto donde los datos deban comprobarse con valores Hunter Lab existentes.

El propósito de ambos espacios es producir un área de color que sea más perceptivamente lineal que otros puntos de color. Perceptivamente lineal significa que un cambio de la misma cantidad en un valor de color debe producir un cambio casi de la misma importancia visual.

Lo anterior puede mejorar la producción de tonos cuando se almacenan colores en valores de precisión limitada. Ambos espacios Lab están relacionados con el punto-blanco de los datos XYZ desde donde fueron convertidos. Los valores Lab no definen colores absolutos a no ser que se especifique el punto blanco en la práctica, muchas veces se asume que el punto-blanco sigue un estándar y no se establece explícitamente<sup>2</sup>.

### DL

L\* = Luminosidad (Claro-Oscuro)

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

Y<sub>n</sub> = Valor Triestímulo del Blanco

Válido para Y/Y<sub>n</sub> > ó = 0.01

L\* cercano a 0 para negro, 100 para blanco.

---

<sup>2</sup> Manual de colorimetría impartido por el ingeniero René Velázquez ,abril del 2012

a) Todos los valores numéricos en  $DL < 0$  indican que nuestro lote se encuentra oscuro con respecto al estándar.

b) Todos los valores numéricos en  $DL > 0$  indican que nuestro lote se encuentra claro con respecto al estándar.

### **Da**

$a^*$  = eje rojo-verde

+  $a^*$  = rojo (no verde)

-  $a^*$  = verde (no rojo)

$$a^* = 500 (X/X_n)^{1/3} - 500 (Y/Y_n)^{1/3}$$

Válido para  $X/X_n$  &  $Y/Y_n > \acute{o} = 0.01$

a) Todos los valores numéricos en  $Da < 0$  indican que nuestro lote se encuentra verde con respecto al estándar.

b) Todos los valores numéricos en  $Da > 0$  indican que nuestro lote se encuentra rojo con respecto al estándar.

### **Db**

$b^*$  = eje amarillo-azul

+ $b^*$  = amarillo (no azul)

- $b^*$  = azul (no amarillo)

$$b^* = 200 (Y/Y_n)^{1/3} - 200 (Z/Z_n)^{1/3}$$

Válido para  $Z/Z_n$  &  $Y/Y_n > \acute{o} = 0.01$

a) Todos los valores numéricos en  $Db < 0$  indican que nuestro lote se encuentra azul con respecto al estándar.

b) Todos los valores numéricos en  $Db > 0$  indican que nuestro lote se encuentra amarillo con respecto al estándar.

## CCM (Comité de Medición del Color):

Es un valor numérico que determina si el lote cumple con las características de color semejantes al estándar, este valor es determinado por un rango de 0 a 0.5

- Si la medición cumple con este rango la igualación del color es correcta por lo tanto **PASA**.
- Si la medición es mayor al rango estipulado la igualación es incorrecta por lo tanto **FALLA**.

La interpretación de los datos numéricos nos ayuda a determinar si nuestra muestra es similar al estándar o si habrá que hacer ajustes en la receta.

Nota: El proceso se debe repetir las veces que sea necesario hasta que la igualación se lleve a cabo y se libere la receta a producción.

## Producción

El supervisor de producción recibe la receta junto con la orden de trabajo y manda a preparar los kilogramos necesarios mediante el siguiente procedimiento:

Verifica cuantos kilogramos son y en que posible máquina se pueden teñir mediante la siguiente tabla:

MÁQUINA	ESPADAS	CONOS X ESPADA	CANTIDAD DE CONOS	KILOS TOTALES	LITROS DE AGUA	LLENADO	CONOS	KILOS	MÍNIMO AGUA
1 Y 2	35	7	245	98	2200	COMPLETAS			
3	21	7	147	58.8	1800	COMPLETAS			
5 Y 6	19	7	133	79.8	1100	OPCIONAL	45	27	600
7	5	7	35	21	270	OPCIONAL	20	12	200
8	5	4	20	12	220	OPCIONAL	5	3	140
9 Y 10	5	3	15	9	170	OPCIONAL	5	3	140
11	3	4	12	7.2	160	OPCIONAL	6	3.6	80
12	1	4	4	2.4	80	OPCIONAL	3	1.8	60

Tabla 1 Capacidad de las máquinas de teñido

Inmediatamente manda una orden al área de bobinado para pasar el hilo de proveedores a un cono a modo con un peso de 600 gr de materia prima usando el siguiente formato.

KILOGRAMOS	TÍTULO	MICRA DE LA LANA	GRAMOS/METRO	PESO DEL CONO(GR)	NÚMERO DE CONOS
12	2//72	19M	X	600	X

Tabla 2 Formato de rebobinado de hilo

**NOTA: Gramos/Metros= Título de hilo\*(peso deseado del cono)=X gr/m**

**TÍTULO: Título/Número de cabos**

Los conos obtenidos llenan el número de espadas de la maquina a al que se asignó la teñida y se inicia el proceso de teñido de la siguiente manera:

- a) Meter el carrier a la máquina correspondiente.
- b) Llenar de agua hasta tapar los conos.
- c) Introducir el programa de teñido en la máquina escrito en la receta.
- d) Iniciar teñido mediante la siguiente gráfica.

## CURVA DE TEÑIDO DE LOS COLORANTES LANASET SOBRE WO 100%

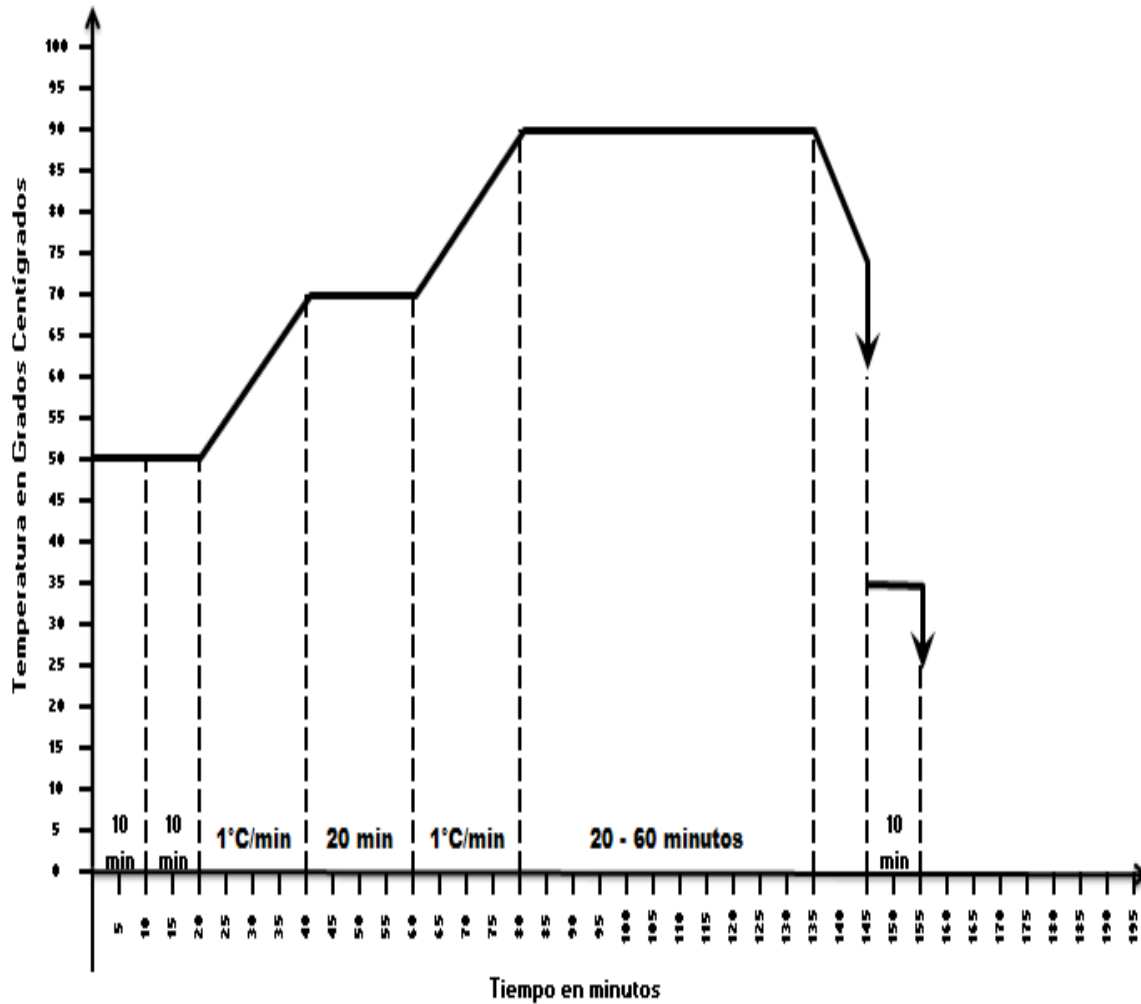


Figura 26 Gráfica del teñido con colorantes Lanaset

# Procedimiento de teñido según gráfica

## CURVA DE TEÑIDO DE LOS COLORANTES LANASET SOBRE WO 100%

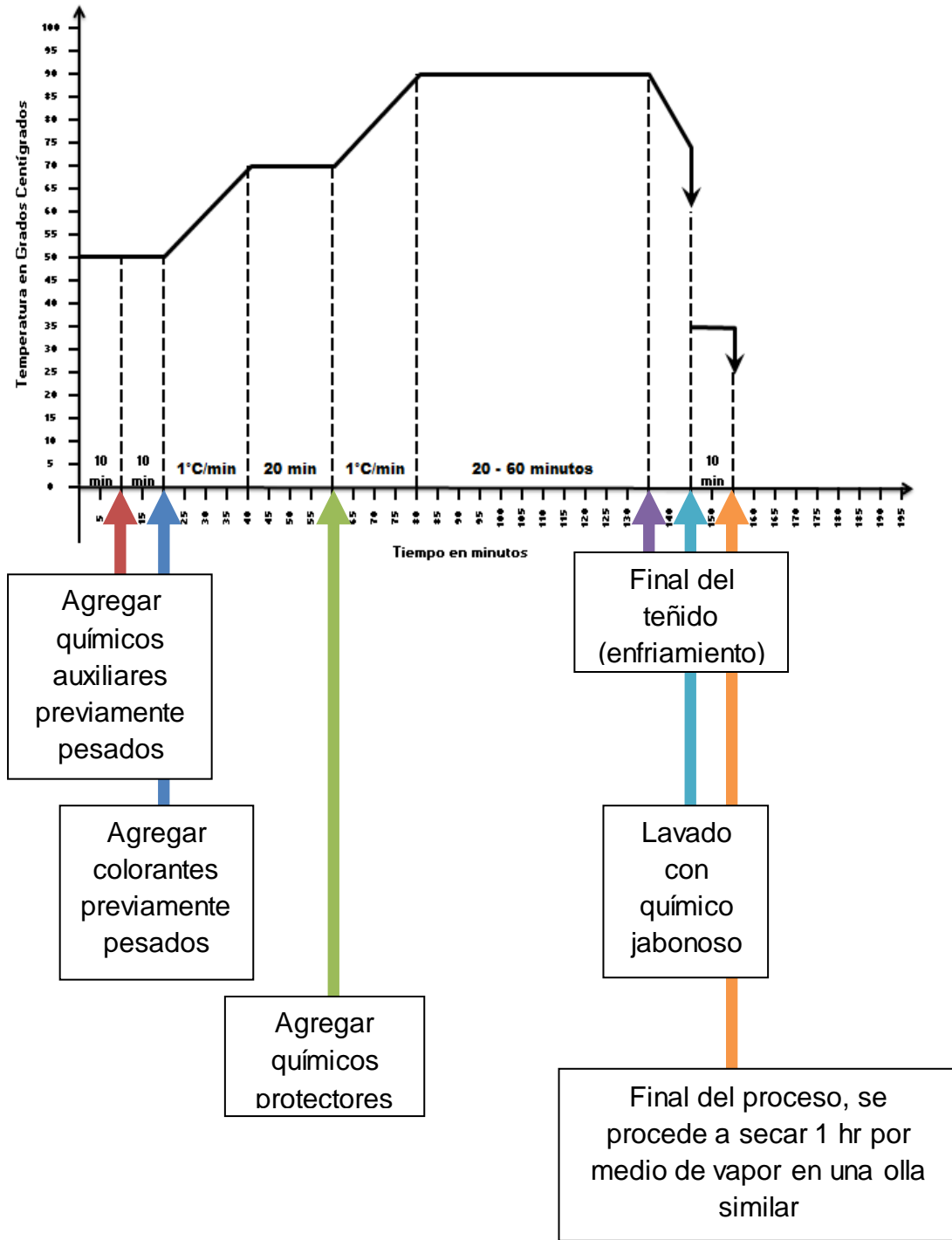


Figura 27 Procedimiento de teñido en la gráfica

## **Matiz de hilos**

- a)** Al finalizar el teñido indicado en la gráfica anterior, el operador debe tomar un cono de la máquina y sacar una muestra de aproximadamente 6 gramos lavarla con agua fría y secarla con una máquina secadora de manos.
- b)** La muestra de hilo se debe entregar al encargado de laboratorio junto con la receta de teñido.
- c)** El encargado de laboratorio elabora una madeja y mide contra el estándar para determinar si se logró la igualación del color o para determinar que parámetro falla y agregar el color faltante (seguir procedimiento de medición de estándar y medición de lote de producción mencionados en los temas 3 y 4).
- d)** En caso de haberse logrado la igualación el encargado imprime una hoja con la medición y la anexa a la receta si como una muestra del hilo y su respectiva madeja de medición, para de esta manera indicar al encargado de producción que se puede seguir con el proceso de lavado indicado en la gráfica de teñido
- e)** Cuando la medición indica que la igualación no se llevó a cabo el encargado de laboratorio anota en la receta los colorantes y las cantidades necesarias para igualar el color así como el tiempo de teñido de la misma.
- f)** El encargado de producción recibe la receta pesa los colorantes, los agrega al baño y programa el tiempo y la temperatura que se debe teñir nuevamente.
- g)** Los pasos a), b), c), e) y f) se repiten hasta llevar a cabo la igualación del color.

## **Inspección de hilo**

A todo hilo con título 1/40,1/50,2/72,2/80,2/90,2/100,2/120 y 2/240, se le saca una muestra de calcetín. El calcetín se realiza de parte externa, media e interna del cono (esto se realiza con el fin de verificar que el color se igual en todo el cono)

1.-El calcetín se elabora con una máquina que teje el hilo en forma de tubo y se inicia con la parte externa del cono seguida de la media y finalmente por la parte interna cada una permanece tejiéndose 2 minutos.

2.-Inmediatamente se verifica físicamente mediante la vista que el color de cada una de las partes sea igual.

Nota: en caso de que alguna parte del calcetín sea de color diferente, se debe retirar esa parte del cono.

### Inspección del cono de hilo

1.-Antes de iniciar la inspección se debe sacra una muestra de 250 vueltas en una muleta para comparar el color físicamente con el estándar correspondiente.

2.- Verificar que la hebra del hilo sea del título correspondiente en uno o 2 cabos destorciendo el hilo para detectar si es de uno o 2 cabos.

3.-Verificar físicamente que el color de cada pieza sea igual en toda la carga tomando como referencia uno de los conos.

4.-Etiquetar cada una de las piezas con el número de hilo que lo identifica.

5.-Pesar toda la carga para verificar que el peso que se pida en la orden es el correcto.

6.- Se deben de transcribir los datos del pedido (indicados en la orden de trabajo o en la receta) a un formato d entrega para tejido, al igual que una tarjeta con los mismos datos para colocársela a la madeja del paso 1.

7.-Al formato anterior se le sacan 3 copias, una para archivo del departamento, otra para archivo del sistema de registro de pedidos y otra para el departamento de planeación la cual indica que el pedido ha sido finalizado.

8.- La muestra utilizada en el paso 1 se anexa a la receta de teñido y se procede a guardar en el área de archivo en orden consecutivo ascendente.

9.- Se envía los conos con el peso correspondiente y su formato de salida al área de tejido.

## Capítulo II MARCO TEÓRICO

### La fibra de Lana

La lana es la fibra animal de mayor importancia. Tiene características especiales que la distinguen de otros pelos y que le confieren un valor supremo como fibra textil. Las diferencias son de naturaleza física, pero los tejidos básicos y su estructura química son similares a todos los pelos animales.

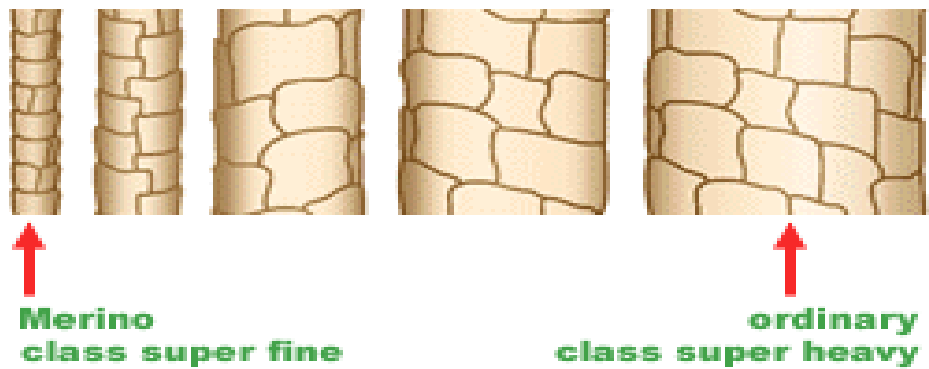


Figura 28 Fibra de lana

**Clase súper fina**

**Clase súper basta**

La lana se describe como el pelo de la oveja (*Ovis Aries*). Se ha dicho de ella que es la fibra maravillosa de la naturaleza y a pesar de la multitud de intentos no ha sido posible imitarla. Ello no es extraño puesto que tanto química como morfológicamente es extraordinariamente compleja.

Como principales propiedades finales de la lana se pueden citar la facilidad con que se puede ajustar a una forma determinada por aplicación de calor y de humedad; capacidad para absorber la humedad en forma de vapor sin que se produzca sensación de mojado; calor grato en tiempo de frío; protección del frío y del calor; repelencia inicial al agua; retardancia de la llama; etc.

La lana es ampliamente utilizada en campos de aplicación en los que se puede resaltar su confortabilidad, estética, calidad y funcionalidad. Como más importantes destacan los que se refieren a prendas de vestir femeninas o masculinas, prendas de abrigo, trajes, pullovers, mantas, fieltros, tapicería, alfombras y etc.

Es muy frecuente la mezcla de la lana con fibras químicas, sobre todo sintéticas (poliéster, acrílica, poliamida) Recordemos a este respecto que existe un símbolo “pura lana virgen” que indica que el material componente del artículo corresponde a lana 100% sin mezclas de ninguna clase y de primera utilización, y otro símbolo que nos indica que el artículo es de lana virgen con mezcla de otra fibra.

## Historia

El empleo de la lana por el hombre como protección y abrigo data de tiempo inmemorial. El comercio de lana se remonta como mínimo a la Babilonia (“tierra de lana”) del año 4 000 acá. Es probable que las ovejas hayan sido los primeros animales domesticados por el hombre, condición que, tal vez, sólo les pueda ser disputada por el perro.

La piel de las ovejas primitivas estaba formada por dos tipos de pelo: por una parte, pelos largos exteriores que se usaban para alfombras y fieltros y, por la otra, un vello interior muy apreciado para la fabricación de prendas de vestir. Hacia el año 100 de nuestra era se iniciaron procesos de cruce para aumentar la proporción de pelo fino a expensas del largo y basto. El proceso llegó a su fin cuando a finales del siglo XIV se consiguieron en España ovejas (raza merina) cuyo vellón no contenía fibra gruesa o pelo.



**Figura 29** Borrego Merino

Hasta 1765, fecha en que el rey de España Carlos III envió 92 carneros y 128 ovejas a Sajonia, la raza merina fue celosamente guardada dentro de las fronteras españolas. La exportación o cesión de ovejas y carneros figuraba en algunos tratados de paz que España firmaba tras guerras cuyos resultados condujeron a su decadencia. Inglaterra, Alemania y Francia fueron las naciones más

favorecidas, y en menos de 50 años las colonias inglesas de Australia y Nueva Zelanda pasaron a dominar la producción mundial de lana. Actualmente existen más de 200 razas de ovejas o carneros de raza merina.

La lana merina procede principalmente de Australia y de Sudáfrica. La lana cruzada, que es el resultado del cruce del carnero de lana fina con carneros de lana larga, es algo brillante y procede en su mayor parte de Nueva Zelanda, Argentina y Uruguay. Originalmente la lana Cheviot se obtenía sólo de los carneros que se criaban en las tierras altas escocesas (high lands). Actualmente el término Cheviot se extiende a todos los tipos de lana larga y gruesa que se utiliza en la fabricación de ropa. Se trata de lana lisa o poco ondulada y brillante. El carnero de lana gruesa (Leicester) proporciona los tipos más largos y lustrosos.

Las características de las fibras de lana que varían con la raza de la oveja son la finura, el color, el rizado, la resistencia, la longitud y la elasticidad.

Se considera que cada fibra crece 0.2 mm por día y que en cada cm<sup>2</sup> de piel puede haber unos 10 000 folículos pilosos, lo que significa que el vellón de una oveja merina puede contener 100 000 000 de fibras. Así pues, cada merino puede producir 9 000 Km de fibra al año a la velocidad de 1 000 m/hora.

Un carnero produce de 1 a 3.5 Kg. de lana fina o de 2.5 a 7 Kg. de lanas bastas (lana sucia en ambos casos). La lana es retirada del cordero por esquila manual o robótica, y se continúa estudiando el modo de que esta operación no sea necesaria gracias a la aplicación de algún producto a la oveja que conduzca a que la lana se desprenda de la piel. Las lanas de tenería proceden del ganado sacrificado para el aprovechamiento de la carne y actualmente se separan de la piel por procedimientos cada vez más benignos.

Antes de aflorar al exterior, al pelo de la oveja acceden los productos de la secreción de las glándulas sebáceas y sudoríparas, de los que es liberada la lana en la operación del lavado.

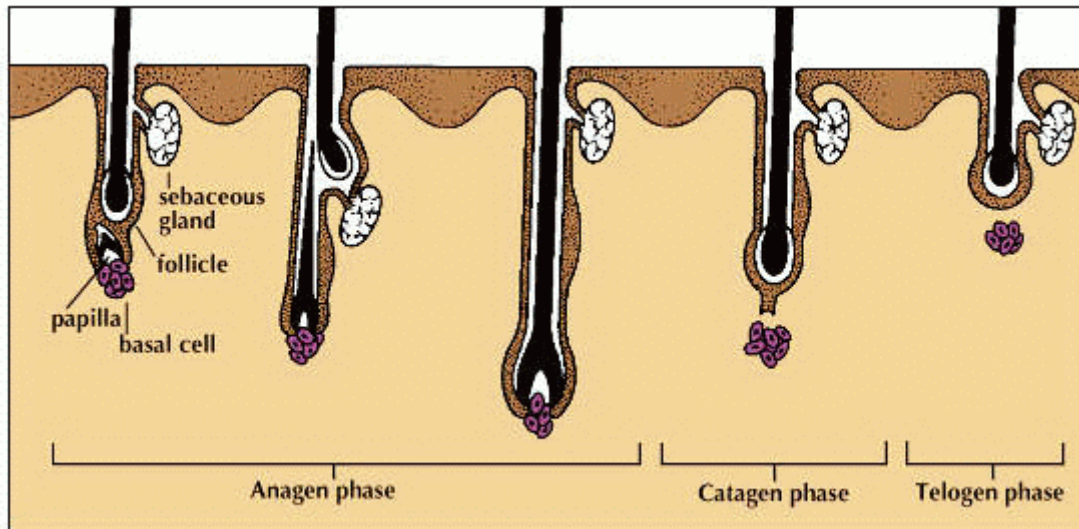


Figura 30 Folículo de la lana

La proporción de esas sustancias acompañantes es muy variable e importante, pues 100 Kg de lana sucia pueden dar entre 30 y 80 Kg de lana lavada. El contenido de la mal llamada grasa de la lana, pues se trata más bien de una cera, es del 12 – 25% sobre el peso de lana sucia. Este producto es recuperado y vendido como lanolina para aplicaciones diversas (farmacia, cosmética)<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Manual para el teñido de fibras textiles, proveedor HUSTMAN junio 2012

## El Proceso de la Lana

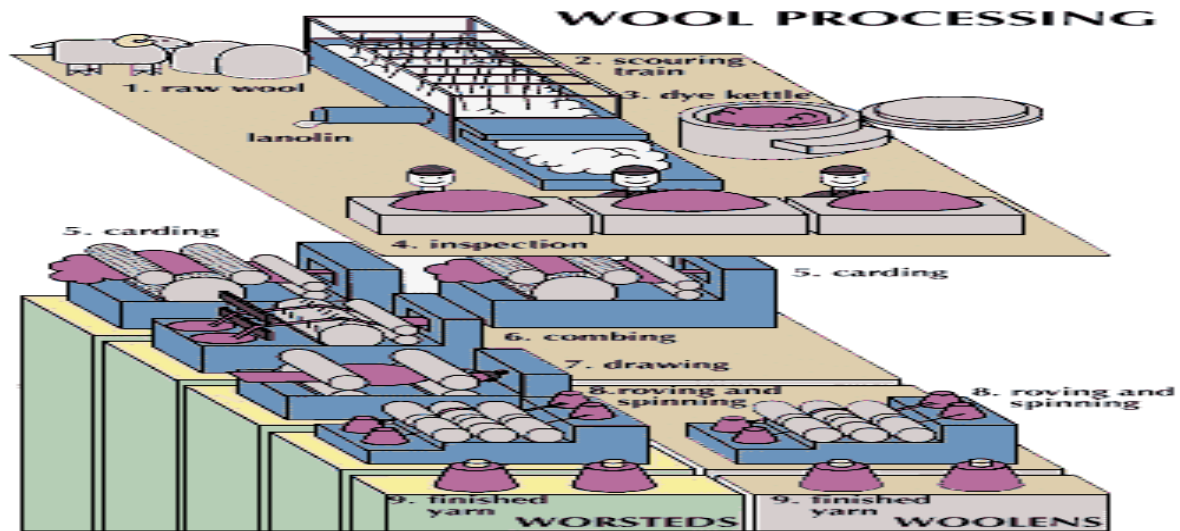


Figura 31 Proceso de lavado de la lana

Antes de lavado se produce el sorteo, operación que consiste en clasificar la lana de un vellón en función de su calidad. La mejor lana es la situada en los flancos anteriores seguida por los lomos, nuca, vientre, partes posteriores del flanco y superior de las patas traseras. De calidad media es la lana situada en los flancos, y las calidades inferiores están localizadas en la cabeza, cuello, cola y patas.

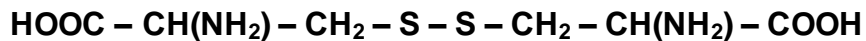
La producción mundial de lana lavada es de unos 1 900 millares de toneladas en 1988, lo que significa sólo un 5% de la población mundial de fibras textiles. La lana merina significa el 30% de la producción mundial de lana. Australia produce el 25% del consumo mundial de lana y el 70% de la lana que se utiliza en el vestido. A bastante distancia le siguen otros países como los que formaban la antigua U. R. S. S. Nueva Zelanda, Argentina, China, Sudáfrica, U. S. A. y Uruguay. Los centros de contratación más importantes son Melbourne y Sídney (Australia) y Port Elizabeth y East London (Sudáfrica). Los principales consumidores son los países de la ex Unión Soviética (337 000 t), China (192 000 t), Japón (170 000 t), U. S. A. (139 000 t), y Alemania (143 000t).

## **Composición y Morfología.**

La composición química de la lana es extremadamente compleja, pues consiste en proteínas de la queratina en cuya biosíntesis han intervenido al menos 18 aminoácidos. La composición aminoácido y la secuencia de éstos en la cadena polipeptídica varían con el tipo de lana.

La lana es, entonces, un complejo de aminoácidos con pequeñas variaciones en su composición según las diferentes procedencias de la fibra

Las cadenas polipeptídicas de la lana están unidas periódicamente por el enlace di sulfuro de la cistina, aminoácido que forma parte de dos cadenas adyacentes a las que retícula con este enlace di sulfuro, y que le comunica sus características reactivas a la lana:



Se considera que el 40% de las cadenas se presentan con una forma helicoidal (hélice a) con puentes de hidrógeno intermoleculares. En las proximidades de los enlaces di sulfuro reticulantes y en otros lugares de la cadena se hace difícil un apretado agrupamiento de las cadenas, lo que deriva una estructura no helicoidal y menos regular. Con métodos de análisis por medio de rayos X se ha establecido que las moléculas de queratina de cadena larga están organizadas en las regiones orientadas y amorfas de la fibra.

La queratina de la lana existe en la fibra en dos formas: cristalina y amorfa, siendo la proporción de esta última de alrededor del 75%. La fibra de lana posee un escaso grado de orientación, siendo debida a ello, su escasa resistencia frente a otras fibras en que sus moléculas están mucho más orientadas. A pesar de ello, suple su pequeña resistencia con una serie de características valiosas como la elasticidad entre otras.

En la fibra se distinguen como mayores componentes morfológicos la cutícula, el córtex y una médula que raramente se presenta en las fibras finas.



Figura 32 Corte transversal de la fibra de lana

La cutícula está formada por las denominadas escamas de la lana, las cuales abarcan la totalidad de la periferia en las lanas finas, y se disponen como las tejas en un tejado en las de diámetro medio y alto. El extremo oculto de las escamas está fijado al córtex mediante membranas intercelulares que actúan como cemento. Su extremo visible es más grueso y suele sobresalir en la dirección de la punta de la fibra. A la parte exterior de la cutícula se le conoce exocutícula y a la parte interior como endocutícula. La epicutícula es una membrana que recubre las escamas y se caracteriza sobre todo por su hidrorrepelencia.

La epicutícula y la exocutícula contienen una alta proporción de azufre con muchos enlaces transversales de cistina, lo que la da una alta resistencia al ataque químico y biológico. La endocutícula, por otro lado, es un poco menos resistente

El mal denominado córtex, pues etimológicamente equivale a corteza, está formado por células fusiformes en cuyo centro se pueden apreciar restos del núcleo. Cerca del 90% de la fibra está compuesto por células corticales.

En el córtex se pueden distinguir dos tipos de tejidos formados por células ortocorticales y células paracorticales que difieren en su composición química, en su

morfología, en su capacidad de hinchamiento y en su accesibilidad a los colorantes. Los dos tipos de células se agrupan según dos semicilindros y a esta asimetría bilateral se debe el rizado de la lana, de modo que el componente o-córtex se sitúa siempre en la convexidad de las ondas de rizado y el p-córtex en la parte cóncava. Por esta razón, las fibras de lana pierden su rizado cuando se las moja y lo recuperan al secarlas.

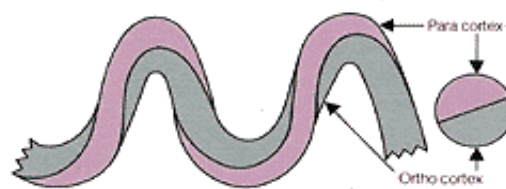


Figura 33 Rizado de la fibra de lana

Las células corticales están formadas por macrofibrillas, éstas por microfibrillas, y estas últimas por protofibrillas, las cuales a su vez albergan a tres cadenas polipeptídicas helicoidales. Cada una de estas entidades morfológicas está embebida en un cemento de naturaleza diferente y de complejidad variable.

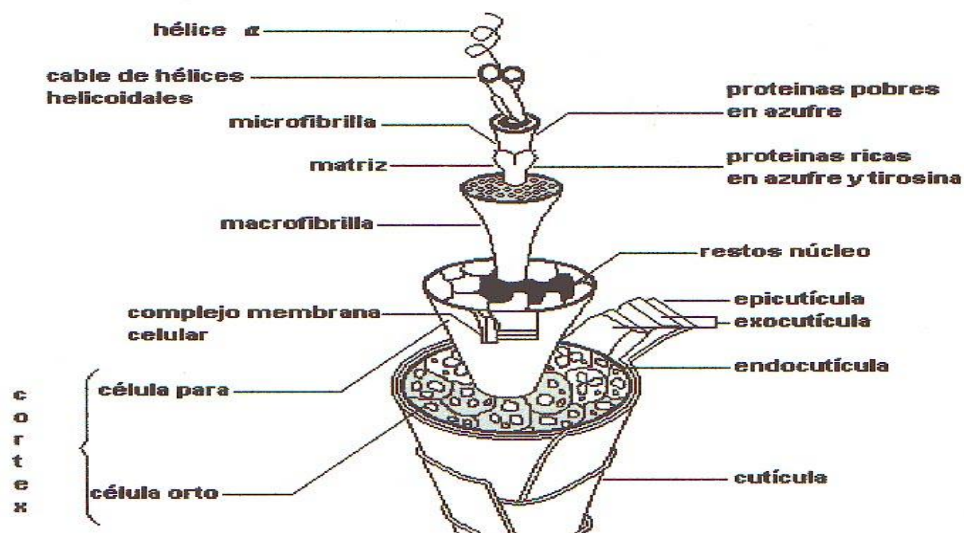


Figura 34 Partes que componen a la fibra de lana

La resistencia a la extensión, sus propiedades elásticas, y el color natural de la lana está determinada principalmente por la naturaleza de las células corticales.

## Propiedades de la lana.

Las fibras de lana se presentan asociadas o acompañadas de productos diversos de complejidad variable que deben ser separados antes de iniciarse el proceso textil o en una etapa del mismo. La purificación de la lana no ofrece mayor dificultad, pero debe realizarse antes de que inicie el proceso de hilatura. De cualquier manera se trata de una fibra que reúne propiedades muy diversas, pero muy adecuadas en muchos campos de aplicación, y que siempre permiten un cómodo procesado textil y un buen comportamiento a los usos que le son propios.

## Propiedades físicas.

Las fibras de lana tienen una densidad de  $1.28 - 1.32 \text{ g/cm}^2$ . Su sección transversal es de forma circular o elíptica pero casi circular y está determinada por la forma del fólculo piloso. Cuando se las observa al microscopio se aprecian las escamas que les recubren y, a veces, una medulación central continua u discontinua.

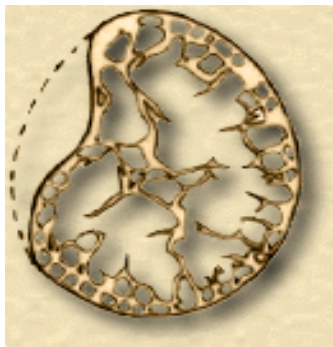


Figura 35 Forma de la sección transversal

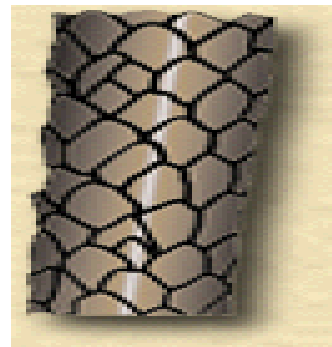


Figura 36 Recubrimiento de la fibra de lana

## Sección transversal y cutícula de la lana

La finura de la lana oscila entre 10 y 70  $\mu$  y su longitud depende también de la raza (Merina, 4 – 10 cm; Cheviot, 15 – 25 cm; Leicester, 30 – 50 cm). Atendiendo a su longitud, las lanas pueden clasificarse en **cortas**, usadas para la hilatura de carda, y **largas** para la hilatura de estambre. Las fibras cortas son las más finas y las largas de mayor diámetro. Se pueden considerar como lanas cortas las de longitud inferior a 70 mm.

Por otra parte, las fibras de lana poseen un rizado natural irregular que es consecuencia de la asimetría bilateral, de tal modo que esta fibra puede ser considerada como formada por dos semicilindros que se tuercen a lo largo de su longitud. Las lanas rizadas carecen de asimetría bilateral y son, también, las más brillantes.

Muchas de las propiedades y las aplicaciones de la lana están relacionadas con su rizado. Cuanto más fina es la lana mayor es el grado de rizado que presenta. En esta fibra se distinguen diferentes tipos de rizado. En las mejores lanas merinas hay hasta 12 ondas/cm y en las lanas de baja calidad apenas hay dos.

Se trata de una fibra muy elástica y con excelentes propiedades de recuperación, circunstancias ambas que compensan su baja tenacidad. Por la misma razón, las prendas de lana se adaptan a los movimientos del cuerpo humano y recuperan su forma inicial.

Las fibras de lana poseen excelente resiliencia, lo que contribuye también a que se recuperen con gran facilidad después de haberse deformado, excepto cuando las condiciones ambientales son cálidas y húmedas. Las arrugas y dobleces que se pueden formar desaparecen espontáneamente dejando colgada la prenda correspondiente durante una noche en un lugar aireado. Por su parte, la retención del plisado o de la raya de los pantalones es deficiente, a no ser que se proceda a un fijado utilizando agentes reductores.

La rigidez de las fibras de lana depende de su procedencia y del diámetro de las fibras individuales. Es bien conocido que las lanas merinas españolas poseen mayor nervio y resiliencia que las lanas merinas australianas de la misma finura. El

tacto de los tejidos de lana se sitúa entre suave y moderado, y su caída es considerada como buena.

La resistencia a la abrasión de los tejidos de lana es solo regular y la resistencia al desgarro baja. Por el contrario, su comportamiento al pilling es excelente, ya que, por su baja tenacidad, las bolitas se desprenden apenas se han formado.

La lana posee una coloración natural cremosa que obliga a blanquearla cuando se desean artículos blancos o tinturas pálidas. Las condiciones climáticas en las que se desarrolla la oveja influyen mucho en la coloración de la lana. El clima frío de Chubut explica que la lana merina de esta región argentina sea mucho más blanca que las lanas merinas españolas y australianas de la misma finura. Como caso extremo se puede citar lo muy amarillas que son las lanas del Norte de África. Es bien conocido que las prendas o artículos de lana se secan o se ventilan a la sombra protegiéndolos del sol para evitar su amarillamiento. La lana se blanquea con productos oxidantes (peróxido de hidrógeno), y a veces, cuando es necesaria una mayor blancura, al blanqueo oxidante le sigue un blanqueo reductor (bisulfito de sodio, hidrosulfito de sodio). Ocasionalmente la lana posee fibras oscuras, incluso negra, que son especialmente apreciadas en algunos campos de aplicación porque pueden ahorrar la operación de tintura.

La lana es una fibra poco brillante y en ello influye su rizado. Las lanas no rizadas, como las inglesas, poseen un brillo muy apreciado para determinados artículos.

Las prendas de lana actúan como excelentes aislantes térmicos, lo que permite conservar muy bien el calor natural del cuerpo humano al que protegen del ambiente exterior. Ello se debe a que, por la gran voluminosidad que deriva de su rizado y de su resiliencia, los artículos de lana ocluyen una gran cantidad de aire, el cual es considerado como un excelente aislante térmico. La cantidad de aire ocluido o atrapado es del 60 – 80% del volumen total de la prenda, con el resultado de que éstas son ligeras, protegen tanto del frío como del calor y también de los cambios bruscos de temperatura.

La capacidad de absorber humedad y generar calor al pasar de un ambiente cálido a otro frío y húmedo, su gran capacidad aislante, su baja conductividad térmica y el poco peso de las prendas de lana hacen que estas sean cálidas y confortables al frío, pues mantienen el cuerpo cálido y seco.

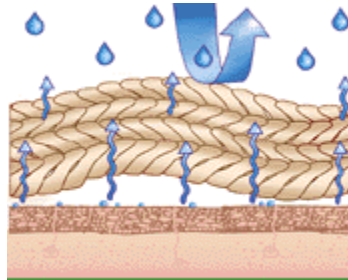


Figura 37 La lana como aislante térmico

Por el contrario los tejidos de lana finos y ligeros, anteriormente denominados “frescos” y actualmente “lana fría”, se aprovechan las mismas cualidades aislantes y absorbentes para mantener el cuerpo fresco y seco, absorbiendo y eliminando el calor de la transpiración. Es bien conocido que los beduinos del desierto utilizan prendas (chilabas) de lana para protegerse de las altas temperaturas.

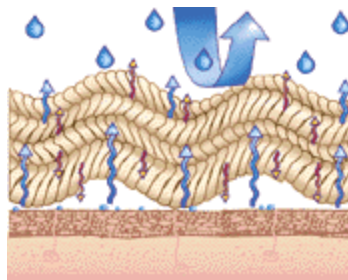


Figura 38 La lana como protector térmico

La lana empieza a despedir mal olor cuando es tratada continuamente a 110°C, el vapor de agua la amarillea a 130°C y la plastifica a 150°C. Puede plancharse a 150°C pero, utilizando un paño humedecido para evitar la formación de brillos.

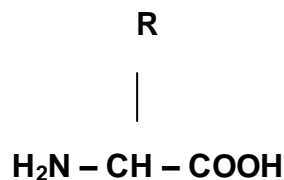
La lana auto extingue la llama y se quema muy lentamente incluso en contacto con ella. La parte chamuscada no se adhiere a la piel, es fría al tacto y puede ser eliminada con un simple cepillado o lijado. La lana al contacto con la llama se enciende y se carboniza, pero no se funde por ser un polímero reticulado.

Las propiedades de la lana que contribuyen a su baja flamabilidad son su alto contenido de nitrógeno y de humedad, y su elevada temperatura de ignición (570 – 600°C). Su baja temperatura de combustión significa que al quemarse se desprende poco calor, por lo que su contribución a cualquier incendio es reducida. También conviene tener en cuenta que al contacto con la llama se forma una capa carbonizada que aísla y protege el relleno del mobiliario de la fuente del incendio.

La lana no ocasiona severos problemas de acumulación de electricidad estática cuando la humedad relativa del ambiente es suficiente. Ello significa también que los artículos correspondientes se mantienen limpios a no atraer partículas de suciedad. Cuando la humedad relativa es inferior al 40%, las alfombras de lana pueden acumular cargas electrostáticas, pero existen diversos tratamientos que comunican un comportamiento antiestático a las alfombras de lana incluso en humedades relativas bajísimas.

## El Teñido de la lana.

La lana es una fibra proteica y la proteína que constituye la lana es la denominada queratina. Esta proteína posiblemente no es igual en las distintas capas que forman la fibra –cutícula, córtex y, eventualmente, médula-, pero, al tratar el comportamiento químico de la lana, nos referiremos al córtex de la misma, que, por su proporción preponderante, determina este comportamiento. Los elementos constituyentes de la molécula proteica son los aminoácidos. El número de aminoácidos constituyentes que, en muy diferente proporción, forman la lana, es de unos 20. Todos ellos son  $\alpha$ -aminoácidos y podemos representarlos por:



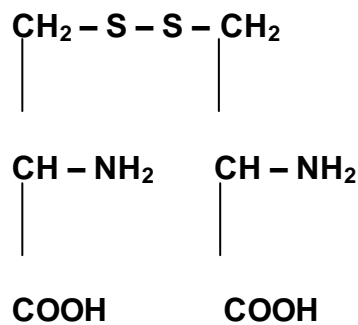
En donde R puede variar mucho según el aminoácido de que se trate.

En las proteínas los  $\alpha$ -aminoácidos se encuentran unidos entre sí formando largas cadenas filamentosas. Las correspondientes uniones las podemos considerar originadas por condensación intermolecular. Al enlace tipo amida **– CO – NH –** se le denomina unión peptídica y al polímero final formado por condensaciones sucesivas, polipéptido.

Los aminoácidos, gracias a la posesión de grupos amino y grupos carboxílicos, se comportan como sustancias anfóteras. Esto quiere decir que lo mismo puede combinarse con los ácidos que con las bases. Las proteínas, por causa de la presencia en uno de los extremos de la molécula de un grupo carboxílico y de un grupo amino en el otro, unido a la existencia de otros grupos amino y carboxílico libres, presentan también carácter anfótero.

A un cierto pH, las proteínas presentan igual número de grupos carboxílicos que grupos amino ionizado, a este pH se le denomina **punto isoeléctrico** y es diferente para las distintas proteínas, estando en el caso de la lana alrededor de pH 4.9. En este punto la lana presenta mayor estabilidad y la menor reactividad. En efecto en el punto isoeléctrico, muestra indiferencia a reaccionar como ácido y como base, puesto que posee las dos tendencias con la misma intensidad, neutralizando la una a la otra. Otra cuestión importante, en relación con la estructura molecular de la queratina, es la unión existente entre las cadenas de polipéptidos. Estas cadenas unidas entre sí por diversos tipos de enlaces, formando un conjunto reticulado que motiva el alto grado de insolubilidad de la lana.

Dos son los tipos principales de unión existente entre las cadenas de polipéptidos: una de tipo salino, electrovalente, que se establece entre los grupos libres, amino y carboxílico ionizados, y otra de tipo covalente, mucho más estable, debida al llamado puente di sulfuro de la cistina. En efecto, este aminoácido, de fórmula



Se encuentra en la lana en proporciones elevadas y puede formar parte simultáneamente de dos cadenas manteniéndolas unidas por el citado puente di sulfuro. De hecho, este enlace di sulfuro es el responsable, en gran medida, de la alta reactividad de la lana.

La lana presenta bastante resistencia a la humectación. Ello se debe, en gran parte, al carácter hidrófobo de la epicutícula. Una vez humectada, sufre, especialmente en sentido transversal, un hinchamiento notable, que permite, como hemos visto, la entrada de las moléculas de colorante en las regiones amorfas de la fibra.

La tintura de la lana con colorantes ácidos –los más importantes para las fibras proteicas- está basada, importantemente, en la racionabilidad de los grupos ionizables de las cadenas laterales de la fibra.

## **Los colorantes.**

La mayoría de los colorantes ácidos son sales sódicas de ácidos sulfónicos. Su peso molecular oscila entre 300 y 800. Normalmente poseen entre 1 a 4 grupos sulfónicos.

Los correspondientes ácidos sulfónicos libres son, a pesar de su elevado peso molecular, casi tan fuertes como los ácidos minerales y mucho más fuertes que los ácidos orgánicos, incluido el ácido fórmico. Por esta razón, los colorantes ácidos no se hidrolizan en solución, sino que se disocian, como electrolitos que son, en el catión sodio y el anión colorante. Por tanto, sus soluciones son prácticamente neutras. A pesar de ello, la mayoría de los colorantes pertenecen al grupo de sustancias denominadas “electrolitos coloidales”. Este grupo es muy amplio porque incluye, p.ej., jabones, detergentes sintéticos y auxiliares catiónicos. Todos estos productos, disueltos en agua, tienden a agregarse formando soluciones coloidales.

## Mecanismo de tintura de la lana con colorantes ácidos.

Pasando de lo general a lo particular, vamos a intentar aclarar el mecanismo de tintura de la lana con colorantes ácidos y especialmente los tipos de unión que se establecen entre fibra y colorante, haciendo que éste sea retenido por aquella (véase figura 39).

<b>Criterios</b>	<b>Colorantes de Igualación</b>	<b>Colorantes Sólidos al Batán</b>	<b>Colorantes al Cromo</b>	<b>Colorantes Reactivos</b>
Solidez a los tratamientos húmedos	Pobre	Buena a Excelente	Excelente	Excelente
PH de tintura	2-4	4-5	4-5	4
Igualación en las condiciones normales de tintura	Excelente	Pobre	Buena	Pobre
Características del colorante	Bajo peso molecular. Alta solubilidad. Soluciones moleculares	Alto peso molecular. Baja solubilidad Soluciones coloidales.	Alto peso molecular. Baja solubilidad. Soluciones coloidales.	Alto peso molecular. Baja solubilidad. Soluciones coloidales.
Afinidad de los aniones	Baja	Alta	Muy Alta	Muy alta

Tabla 3 Criterios según tipo de colorante

Luego de haber escogido los colorantes según las solidez exigidas, la elección del procedimiento de tintura como la de las colorantes apropiados para las combinaciones y el matizado se lleva a efecto con arreglo a sus propiedades tintóreas siguientes:

- la afinidad en función de la acidez del baño (pH) y de su temperatura.
- el poder de igualación.

Los diversos procedimientos de tintura que se describen a continuación, indican las cantidades de ácido necesarias para el colorante en cuestión a fin de conseguir un agotamiento normal a una intensidad media. Damos por supuesto que el género se encuentra perfectamente limpio y que tanto éste como el agua son de reacción neutra. El poder de igualación de cada tipo de colorante depende primordialmente del poder de migración del colorante en agua hirviente, propiedad muy pronunciada en la mayoría de colorantes fuertemente ácidos (tipo Tectilón y Neolán de Huntsman), es decir, aquellos cuya tintura se realiza en presencia de ácido sulfúrico o fórmico. Los colorantes que se tiñen en medio débilmente ácido o neutro (Tipo Lanaset y Lanacrón de Huntsman), tienen generalmente un bajo poder de igualación.

Cuanto más débil sea el poder de migración de los colorantes, tanto más dependerá de la velocidad de subida la uniformidad de su distribución en el género. La velocidad de tintura está íntimamente relacionada con la adición de ácido al baño de tintura y el control cuidadoso de su temperatura. Tanto la cantidad de ácido como la temperatura deberán ajustarse de tal modo que el colorante suba lentamente. En efecto, salvo excepciones, no podrá conseguirse la igualación del matiz en baño a la ebullición. El técnico tintorero debe conocer el comportamiento específico de cada uno de sus colorantes; es decir, su poder de migración y la influencia que ejercen en su subida el ácido y la temperatura. Cada una de estas características se encuentra debidamente documentada en los muestrarios de los diferentes tipos de colorante que nos entregan las casas

distribuidoras. Su uso y consulta debe ser una constante en la labor del técnico tintorero.

En éste manual describimos cuales son los procedimientos más adecuados de acuerdo a nuestro leal saber y entender, y están documentados según los diferentes tipos de colorantes y necesidades de solidez requeridas, pero, esto no exime el técnico tintorero de efectuar todos los ensayos necesarios para adaptarlos a las necesidades cambiantes de la producción. Para obtener información sobre otras alternativas de proceso y características específicas de solidez y aplicación consultar los muestrarios.

## **Tintura de la lana con colorantes sólidos al batán.**

Los colorantes batán agrupan a varias familias de colorantes que tienen como característica común su buena solidez a los tratamientos húmedos incluido el batanado. Trabajan a pH de 4 – 6 y son colorantes con una gran afinidad por la fibra y, por lo mismo, una migración pobre y en algunos casos casi nula, lo que puede redundar en un poder de igualación mediano a menos que se controle adecuadamente la velocidad de tintura.

Sus principales propiedades son:

\*Método de aplicación fácil.

\*Método de tintura que no ataca la lana.

\*Buen poder de penetración.

\*Subida uniforme sobre la fibra.

\*Buena compensación de las diferencias de afinidad de las lanas de diferentes procedencias y de la lona afectada foto químicamente (“tippy wool”).

\*Muy buena solidez a la luz.

\*Excelente solidez al uso y a las operaciones de fabricación.

\*Apropiados para los procedimientos de aplicación a alta temperatura (mezclas de PE/WO).

\*Tintura tono a tono de las mezclas de WO/PA con colorantes seleccionados.

\*Tintura en baño único de las mezclas PE/WO (junto con colorantes dispersos), WO/PAN (junto con colorantes básicos), WO/CEL (junto con colorantes sustantivos seleccionados).

\*Tintura de seda natural y mezclas WO/S.

Estos colorantes son apropiados para teñir fibra en rama, mechales de peinado (top), hilados, géneros en pieza para prendas de vestir exteriores, hilos para género de punto a mano y a máquina, tejidos para decoración y tapizado de muebles, fibra en rama e hilados para revestimiento de suelos.

## **Colorantes Lanaset (Colorantes que tiñen en el punto isoeléctrico de la lana)**

Estos colorantes se distinguen por las siguientes características comunes:

-Altos estándares de solidez a los tratamientos húmedos.

-Igual comportamiento de todos los colorantes, lo que redundará en una excelente capacidad de combinación unos con otros.

-Baja tendencia a teñidas dispares de la raíz y la punta de la lana gracias al balance ajustado de las diferencias de tintabilidad.

-Rango compacto y homogéneo en el que pueden ser igualados tonos especiales.

-Proceso suave de tintura gracias a que se tiñe en un pH 4.5 - 5 que es donde se sitúa el punto isoeléctrico de la lana.

-Excelente protección de las propiedades características de la lana.

Su aplicación típica es la siguiente:

0.5 g/l AlbeGal FFA (agente de penetración).

1.0 -2.0 % AlbeGal SET (agente de igualación)

2.0 % Miralán LTD (protector)

1.0 % Miralán Q (lubricante antienfrijante)

PH 4.5 – 5 con Ácido Acético

2.0 gr/l de Acetato de Sodio como tampón

5.0 – 10.0 % Sulfato de Sodio.

X % Colorante

Agotar 30 – 60 min. a 90°C según el tono.

Enjuagar y eventualmente lavar.

Su curva de tintura es la siguiente:

### CURVA DE TEÑIDO DE LOS COLORANTES LANASET SOBRE WO 100%

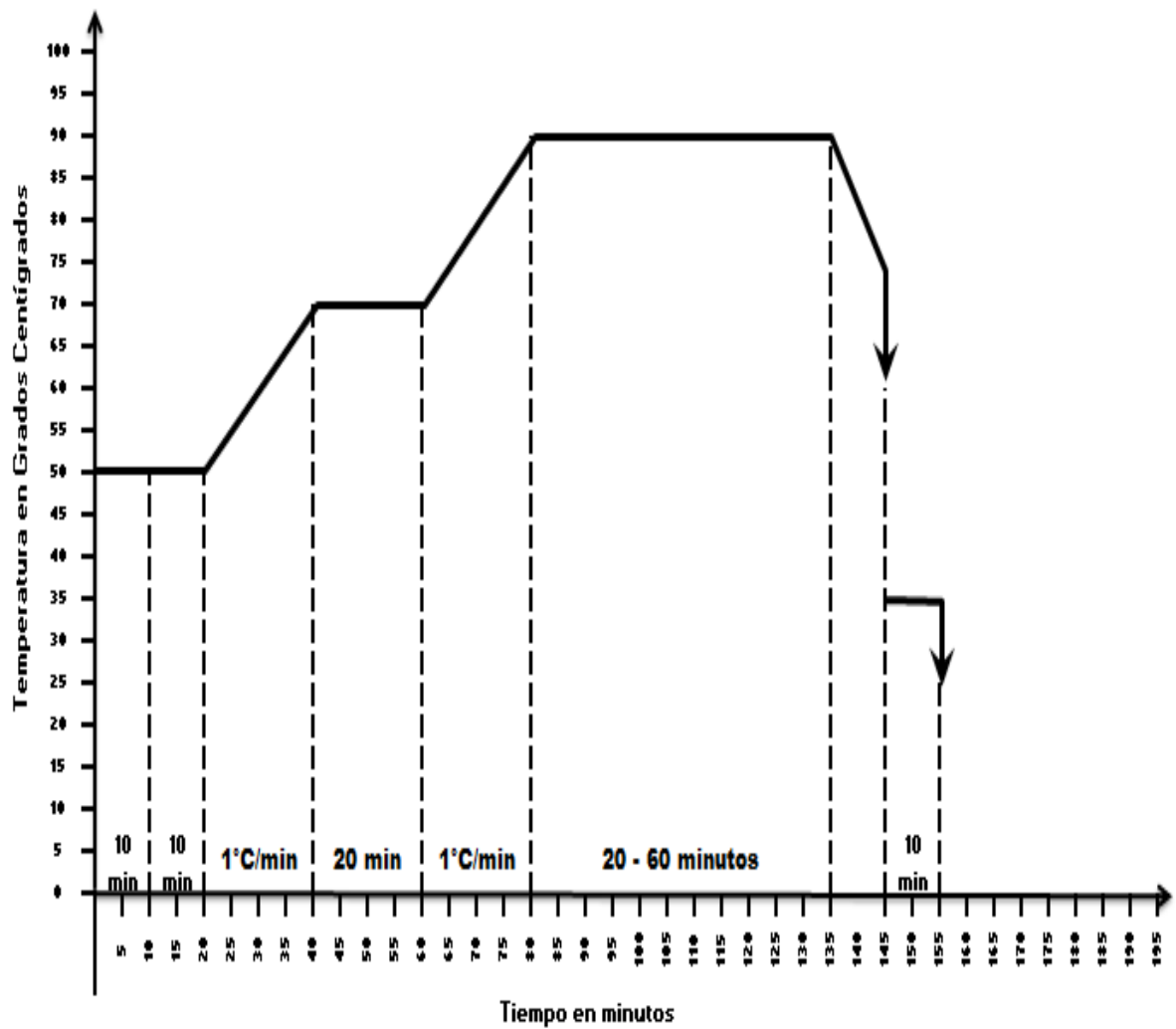


Figura 39 Curva de teñido de los colorantes Lanaset

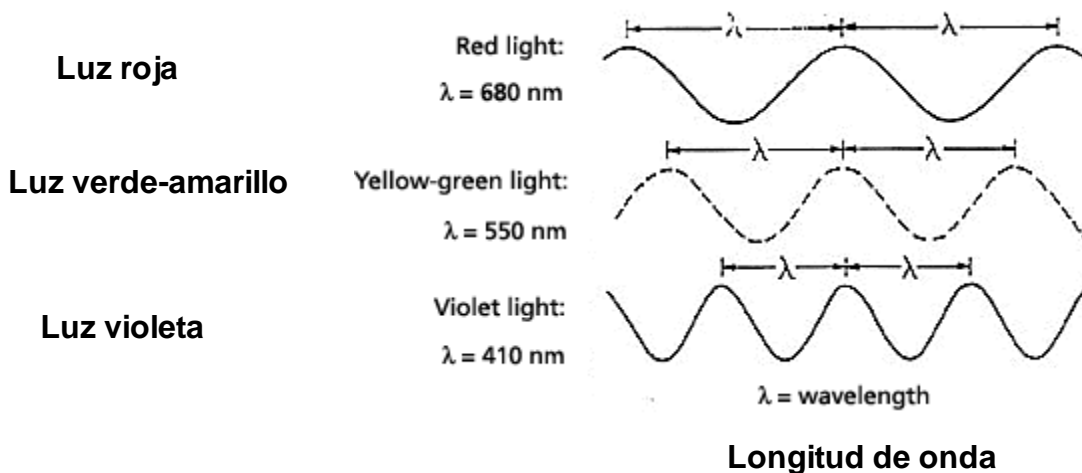
## Luz y color

La luz es la única fuente de color que existe. Los más bellos tonos de la naturaleza, los colores de los objetos que nos rodean y el variado colorido de la tela de nuestros vestidos, no son sino meros reflectores, medios que absorben y transmiten uno o más de los colores que forman la luz. Sin ella no existe ni la más pálida tonalidad.

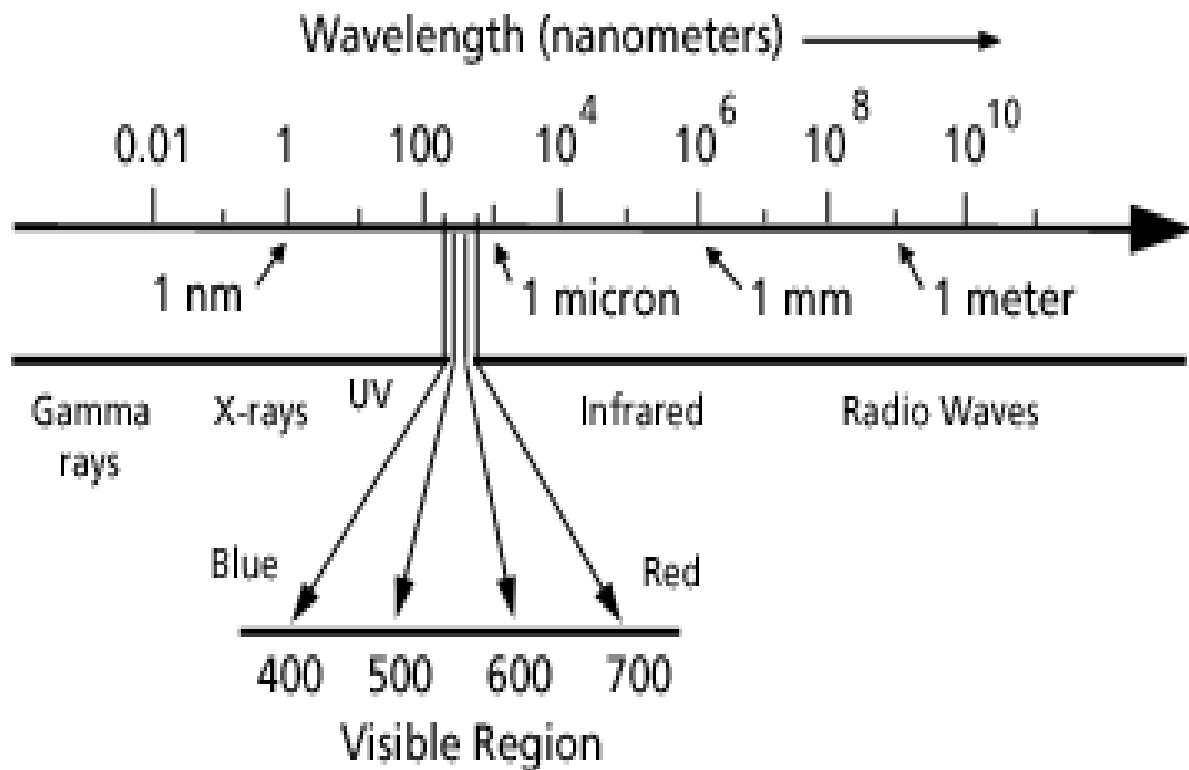
Más si la luz es la única fuente de color, ¿cómo logra la naturaleza tan infinita variedad de tonos? ¿Cómo consigue el hombre los notables efectos que produce el color? La respuesta a estas interrogantes radica en la naturaleza y la relación recíproca de tres elementos, la luz, fuente de color; la materia y su reacción al color, y el ojo, que es el que percibe el color.

El concepto de color se relaciona con la impresión que se experimenta al incidir, en la retina del ojo humano, las radiaciones luminosas que se desprenden o reflejan los cuerpos.

Desde el punto de vista físico, el color es una cualidad asociada al fenómeno conocido como **radiación electromagnética** que se registra a partir de la vibración de campos eléctricos y magnéticos. Esta radiación tiene lugar en un amplio margen de longitudes de onda, entendiendo como tales las distancias que hay entre dos puntos consecutivos de máxima o mínima vibración.



Sin embargo, sólo un estrecho intervalo entre todas las longitudes de onda es perceptible al ojo humano. Es este intervalo el que da lugar al espectro visible, fuera del cual se desarrollan fenómenos tales como las ondas de rayos X, las ultravioletas, las microondas y las ondas de radiofrecuencia.



## Electromagnetic Spectrum

Figura 40 Longitudes de onda (nanómetros)

La sensibilidad del ojo humano presenta un punto de máxima intensidad en torno a los 560 nanómetros (nm)



Figura 41 Campana cromática

El espectro visible está compuesto por siete colores fundamentales clasificados según la siguiente secuencia: Violeta, índigo (añil), azul, verde, amarillo, naranja y rojo. El resto de las tonalidades no son más que combinaciones o superposiciones de estos colores primarios.



Figura 42 Espectro de los 7 colores

Modernamente, gracias a las teorías desarrolladas sobre la naturaleza de la luz, es posible identificar cada color de espectro visible con una determinada longitud de onda, máxima para el rojo y mínima para el violeta, dentro de los límites del espectro visible.

Color	Longitud de onda
Violeta	390 – 430 nm
Índigo	430 – 460 nm
Azul	460 – 500 nm
Verde	500 – 570 nm
Amarillo	570 – 590 nm
Naranja	590 – 610 nm
Rojo	610 – 700 nm

Tabla 4 Longitudes de onda para cada color

A partir de estos estudios se puede entender la cualidad llamada color. Cuando un cuerpo recibe la radiación electromagnética cabe la posibilidad de que se registren dos tipos de fenómenos relacionados con la naturaleza del movimiento ondulatorio: la reflexión y la absorción. Si un objeto absorbe toda la banda del espectro se presenta a la vista con un color negro, mientras que si, por el contrario refleja todos los colores, aparecerá a la vista con una tonalidad blanca. Cuando en el caso intermedio, un cuerpo absorbe solo radiación de un determinado color, la tonalidad con la que se aprecia puede ser rojo, naranja, amarilla o de cualquier otra tonalidad fundamental o compuesta.

No todas las luces son tan blancas como la del sol. Claro está. La luz artificial, en particular, suele tener un color dominante, y estas variaciones del blanco alteran grandemente la luz reflejada que el ojo humano percibe de determinado pigmento. La antigua práctica de sacar el traje de la tienda para ver su “verdadero color” está bien fundamentada.

Energía  
Relativa

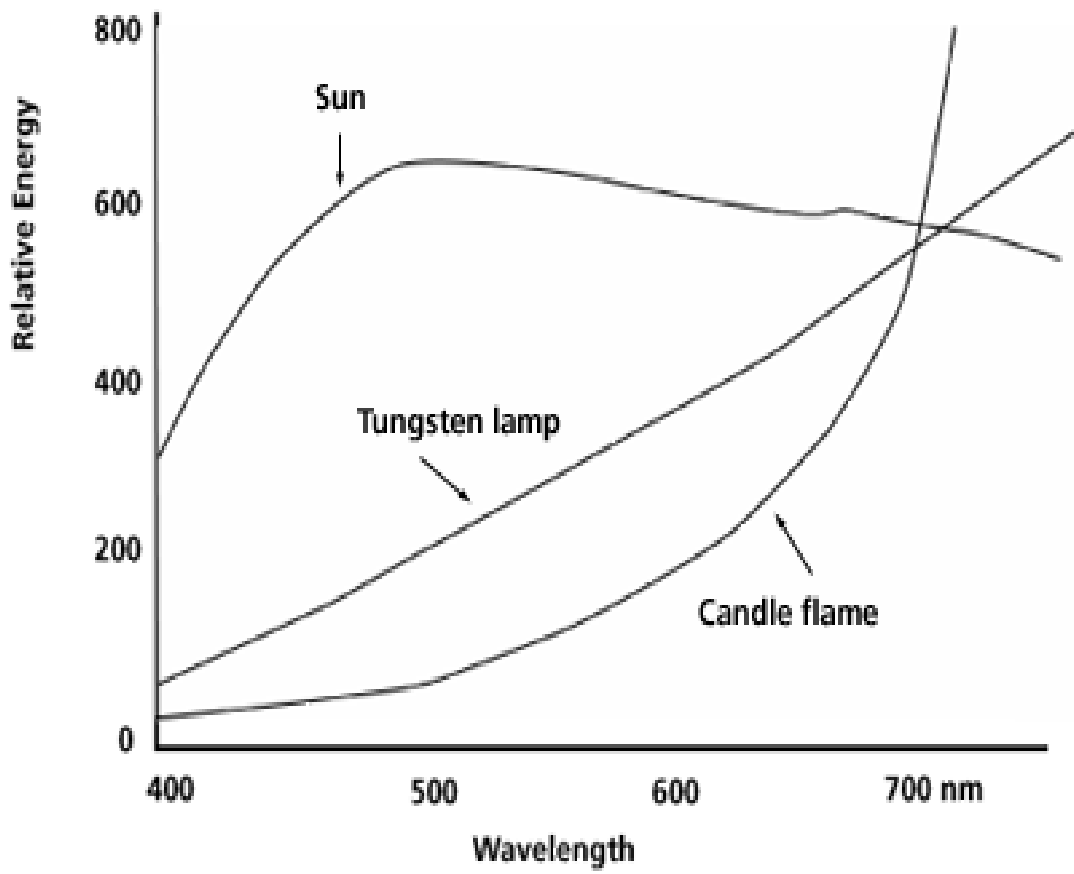


Figura 43 Curvas de color según el tipo de luz

Longitud de onda

Las luces fluorescentes, que relativamente tienen poco rojo, hacen que la piel adquiera un aspecto de enfermiza lividez; la luz de vela, en cambio, es desde hace mucho tiempo la iluminación preferida de las mujeres, pues da al cutis un tinte amarillo rosado. Pero dejando a un lado el color de la luz, cabe repetir que lo único que la superficie del objeto hace es reflejar, absorber y hacer una transmisión selectiva del color.

Todos los colores del espectro pueden crearse mediante la adición, en diversos grados de intensidad, de los tres componentes primarios de la luz.



Figura 44 Creación de colores del espectro mediante la adición de colores primarios

Los pigmentos, lacas, y tintes, por su parte se logran por sustracción. Los pigmentos asumen su color mediante la absorción o sustracción de ciertas partes del espectro, y el reflejo o la transmisión de los que quedan.



La sustracción es realizada por los pigmentos moleculares presentes en las flores, los árboles y los animales, en pinturas, tinturas y tintas; virtualmente todo objeto creado por la naturaleza o el hombre. Aunque casi todos los pigmentos moleculares tienen un número reducido de átomos (40 o 50 a lo sumo), pueden adoptar una enorme variedad de formas estructurales. Y cada una de estas formas tiene su propia y peculiar manera de sustraer o absorber ciertas longitudes de onda de la luz, reflejando otras. Cada pigmento de una determinada estructura tiene resonancia a determinada longitud de onda de color, y una resonancia representa el color o los colores más fuertemente absorbidos por el pigmento molecular. Así pues, una tela es azul porque el tinte sustrae del espectro visual todas las longitudes de onda, reflejando únicamente el azul.

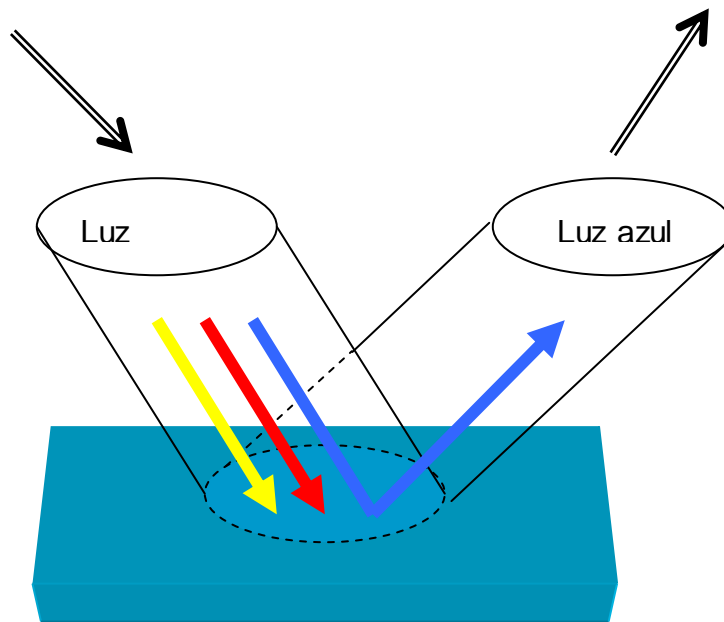


Figura 45 Reflejo del color según el pigmento utilizado

En muchos casos, sin embargo, el color no depende únicamente de la conformación molecular del pigmento, ni del color dominante en la luz, cuanto de la estructura superficial del objeto. La contextura de dicha superficie puede tener un notable efecto sobre la luz que la toca, reflejando o dispersando ciertas longitudes de onda de luz, creando otras de menor tamaño y produciendo el singular efecto tornasol de los terciopelos y de la madreperla.

A pesar de tales variaciones en el proceso de sustracción de la luz, el color de un objeto siempre dependerá del tipo de luz que lo alumbré. En principio, y con excepción de las fuentes de luz, todos los objetos son reflectores. Una superficie que normalmente es blanca durante el día, se vuelve verde cuando la ilumina una luz verde, roja si la luz es roja, y así sucesivamente. Un artículo que a la luz del día es rojo, resulta negro si lo ilumina una luz verde, pues esta no contiene el único color que podría reflejar: el rojo. Así, no refleja color alguno.

## **Influencia de la luz en la igualación de colores.**

En los procesos de tintorería textil, es constante la necesidad de igualar colores a partir de una muestra singular que se adapta a los gustos y las necesidades del mercado. La gran importancia del colorido en la moda ha favorecido la exigencia de la tintura de varias partidas a un mismo color predeterminado por el cliente. Así, definimos que dos tonos son iguales cuando sus diferencias son tan ínfimas que no pueden ser apreciadas.

Las principales dificultades a las que se enfrenta el técnico tintorero en la igualación de un tono son: la fuente de luz (su intensidad y color particular), la dispersión de la luz y el metamerismo.

Ya hemos visto que el color, por definición, no es sino luz reflejada. Cualquier superficie coloreada, ya sea ésta una tela o una pared, refleja un color determinado dependiendo de su absorción de los otros colores del espectro visible. Y, a su vez, la iluminación circundante al objeto observado se verá afectada, en mayor o menor grado, por el tono de la luz reflejada. Así pues, dicha superficie (una pared verde, por ejemplo), se constituirá en un filtro que matizará el tono de la iluminación ambiental.

Como ya sabemos, el color de la luz ambiental altera grandemente la luz refleja que el ojo humano percibe de un determinado pigmento. La necesidad de contar, de ser posible, con superficies blancas en paredes y techos, para evitar reflejos distorsionantes, es de suma importancia.

La dispersión es otro factor que influye en la igualación de una muestra de color.

Si aumenta la cantidad de polvo o de vapor de agua en la atmósfera, el color de la luz se verá afectado de manera singular. La diaria variación del aspecto del sol es un magnífico ejemplo de cómo ocurren estos cambios. Cuando el sol está en lo alto, en una atmósfera relativamente limpia, se ve casi blanco en un cielo intensamente azul.

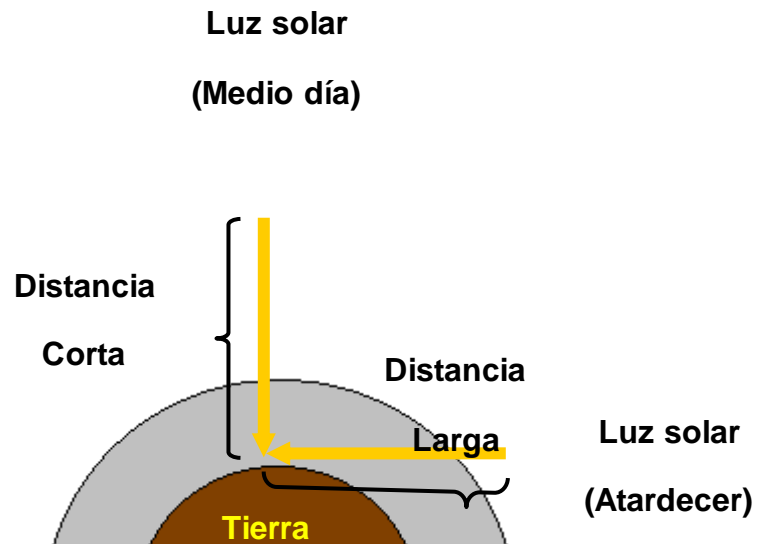


Figura 46 Variación del aspecto según la puesta de sol

Pero más tarde, a medida que avanza hacia el horizonte, su luz llega a la tierra en un ángulo más agudo. En vez de brillar verticalmente, tiene que atravesar miles y miles de capas de aire polvoriento, ocasionalmente saturadas de vapor, cercanas a la superficie terrestre, con lo que se resta mayor cantidad de ondas azules y en cambio entran en juego otros colores. Cuanto más se hunde el sol en el horizonte, mayor es su cambio de color. Primero lo vemos amarillo, luego de un naranja subido y, por último, inmediatamente antes de desaparecer, fulge con un rojo muy vivo.

También las estaciones del año, con sus particularidades atmosféricas, producen una extensa gama de variaciones en los colores del sol, el cielo y los objetos terrestres.

La dificultad de efectuar igualaciones de color en las horas de la tarde está pues, determinada por las variaciones en el tono de la luz ambiental.

Cualquier tono puede ser igualado haciendo una selección cuidadosa de una tricromía, (los tres colores fundamentales, que pueden ser amarillo, rojo y azul),

(igualando con luz de color por el método de adición, la tricromía sería verde, rojo y azul [el amarillo se logra combinando la luz verde con la azul]). Sin embargo, algunos tonos pueden ser igualados combinando diferentes longitudes de onda que no necesariamente correspondan a la tricromía natural. A este fenómeno se le conoce con el nombre de metamerismo. Un metámero es un color igual a otro, que puede inclusive ser indetectable para el ojo humano, pero con diferente composición espectral. Esto le da características particulares en su comportamiento a los cambios de luz. Dos tonos pueden ser iguales vistos a la luz natural y diferentes bajo la luz de una bombilla incandescente.

Este fenómeno dificulta grandemente la labor del técnico tintorero al no tener éste control sobre la luz bajo la cual va a ser observada una muestra por el cliente. Esta característica se manifiesta, inclusive, dentro del área de trabajo: moviéndose por las diferentes oficinas se pueden notar cambios importantes en el matiz de una muestra dependiendo de del tipo de luz bajo la cual se examine.

## **5's**

El concepto de origen japonés de las 5'S se refiere a la creación de estaciones de trabajo más limpias, seguras y visualmente más organizadas, las 5'S son bloques sobre los cuales se puede instalar la producción en flujo, el control visual y en muchos casos, apoyar al Justo a Tiempo.

Seiri – Selección: Es la acción de clasificar las cosas necesarias e innecesarias.

Seiton- Organización: Ordenar estableciendo un lugar específico, donde se puedan identificar las cosas y se tenga fácil acceso a ellas.

Seiso- Limpieza: Cada trabajador de la empresa debe retirar cualquier tipo de suciedad generada.

Seiketsu – Estandarización: Mantener y elevar el nivel de selección, orden y limpieza, es higiene y visualización

Shitsuke – Disciplina y Compromiso: Es respetar y cumplir las reglas.

### Flujo para la implementación de 5's

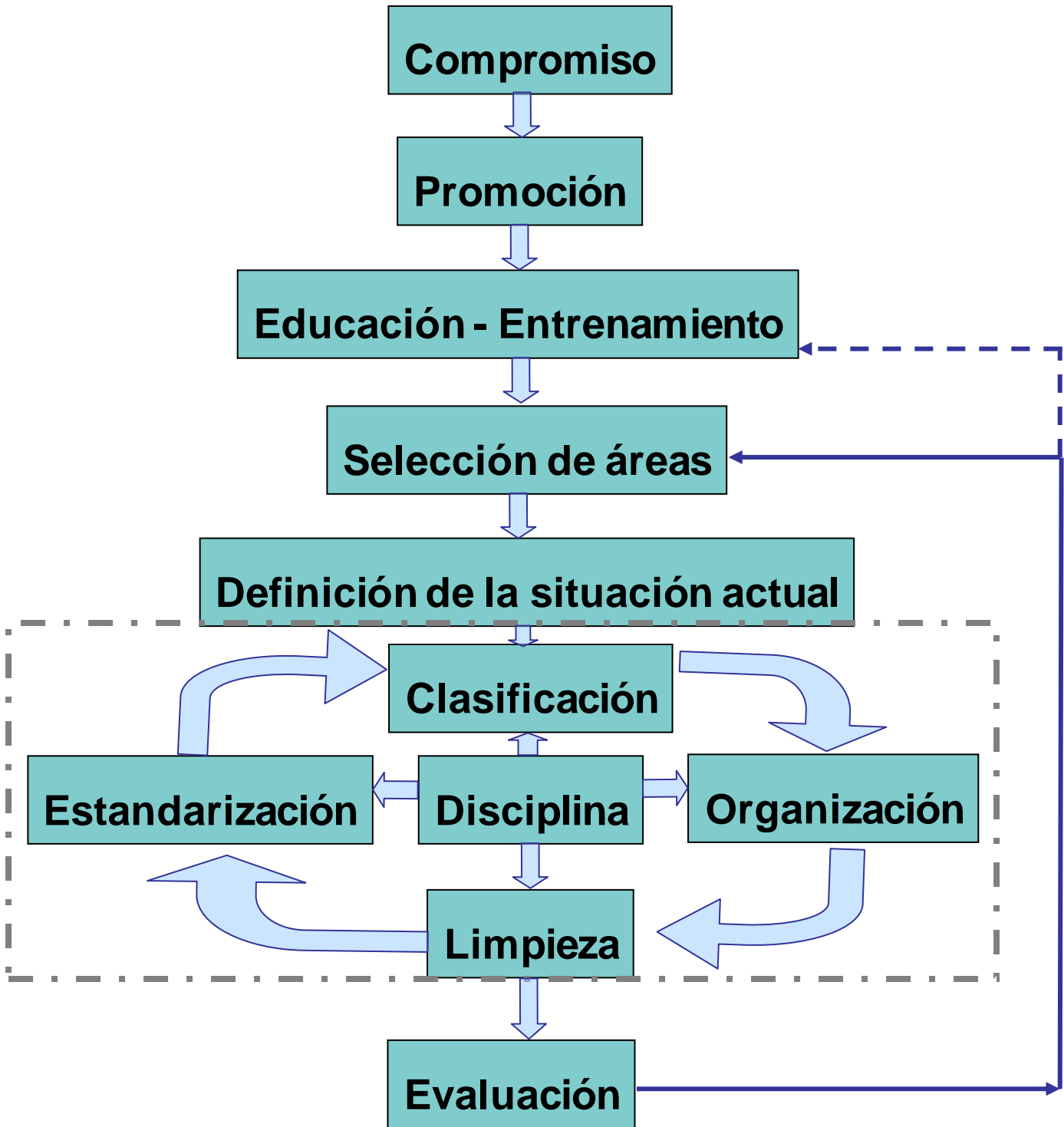


Diagrama 1 Flujo de la implementación de 5's

## Seiri – Selección:

*“Ten solo lo necesario, en la cantidad correcta”.*

Consiste en retirar de la estación de trabajo todo aquello que no es necesario y que no cumple funciones dentro de las operaciones de producción. Esta selección, clasificación o descarte consiste en definir y distinguir claramente entre lo que no se necesita y se guarda.

### 1a. S (Seiri) SELECCIÓN

- PASOS:
- 1) Reconocer el área de oportunidad
- 2) Definir los criterios de selección
- 3) Identificar y retirar los objetos innecesarios
- 4) Evaluar los objetos seleccionados (almacenamiento aparte de cosas de uso poco frecuente)

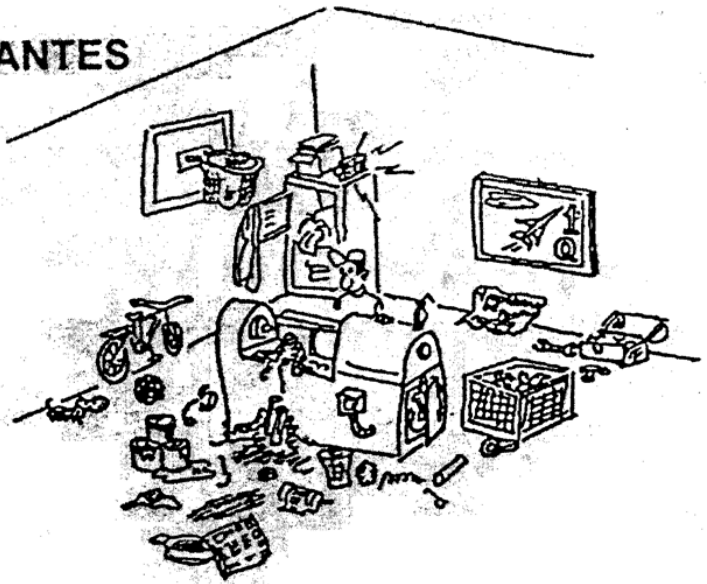
HERRAMIENTAS:

### TARJETAS ROJAS

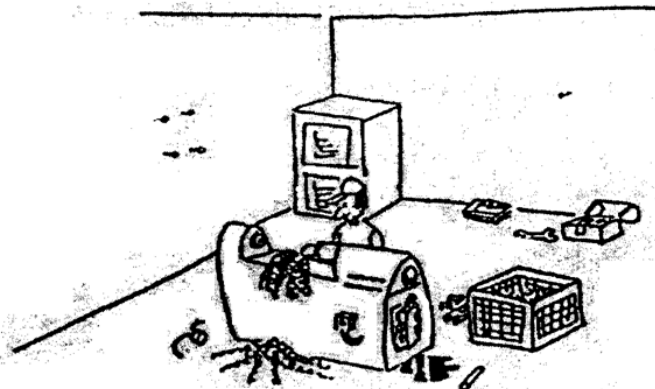
Lo necesario debe seleccionarse de acuerdo a:

- ✓ Frecuencia de uso
- ✓ Calidad
- ✓ Peligrosidad
- ✓ Costo

**ANTES**



**DESPUÉS**



TÉCNICA DE LA TARJETA ROJA

<b>TARJETA ROJA</b>	
<b>Nombre del objeto</b>	
<b>Clasificación</b>	<input type="checkbox"/> Materia prima <input type="checkbox"/> Maquinaria/Equipo <input type="checkbox"/> Producto en proceso <input type="checkbox"/> Herramienta <input type="checkbox"/> Partes <input type="checkbox"/> Contenedores <input type="checkbox"/> Producto terminado <input type="checkbox"/> Otro _____
<b>Valor</b>	
<b>Razón para descartar</b>	<input type="checkbox"/> Innecesario <input type="checkbox"/> Desconocido <input type="checkbox"/> Defectuoso <input type="checkbox"/> Sobrantes <input type="checkbox"/> Uso esporádico <input type="checkbox"/> Otro _____
<b>Área responsable</b>	
<b>Acción</b>	<input type="checkbox"/> Eliminarlo <input type="checkbox"/> Organizarlo <input type="checkbox"/> Otro _____
<b>Fecha del descarte</b>	

## Seiton- Organización:

*“Un sitio para cada cosa, y cada cosa en su sitio”*

Orden significa mucho más que una apariencia, es la organización de los elementos necesarios de modo que sea de uso fácil para que se encuentren y retiren por los operarios.

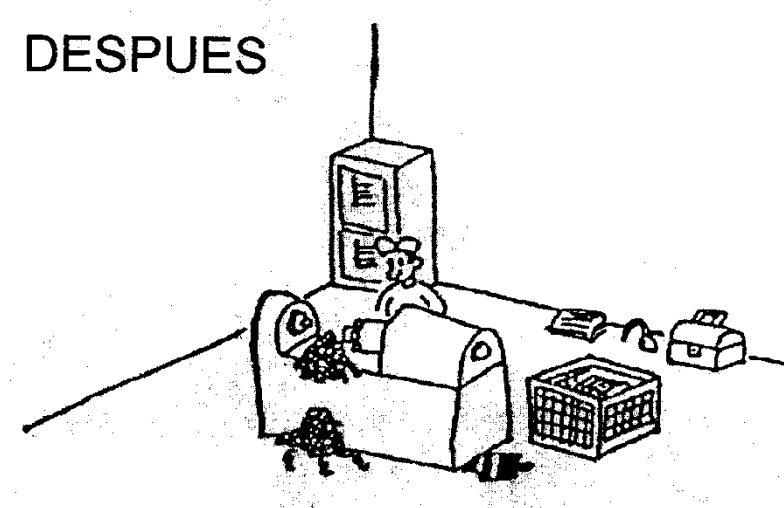
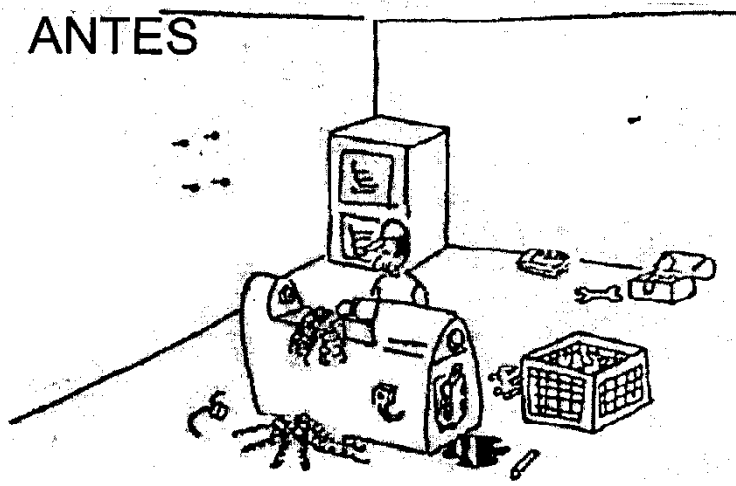
### 2a. S (Seiton) ORDEN

- PASOS:

- 1) Preparar el área de trabajo.
- 2) Ordenar el área de trabajo
- 3) Establecer reglas para mantener el orden, y seguirlas.

- 4) Es recomendable:

- Asignar un lugar para cada artículo
- Determinar la cantidad exacta que debe haber
- Asegurarse que cada artículo está listo para usarse
- Asegurarse que cada artículo regrese a su lugar

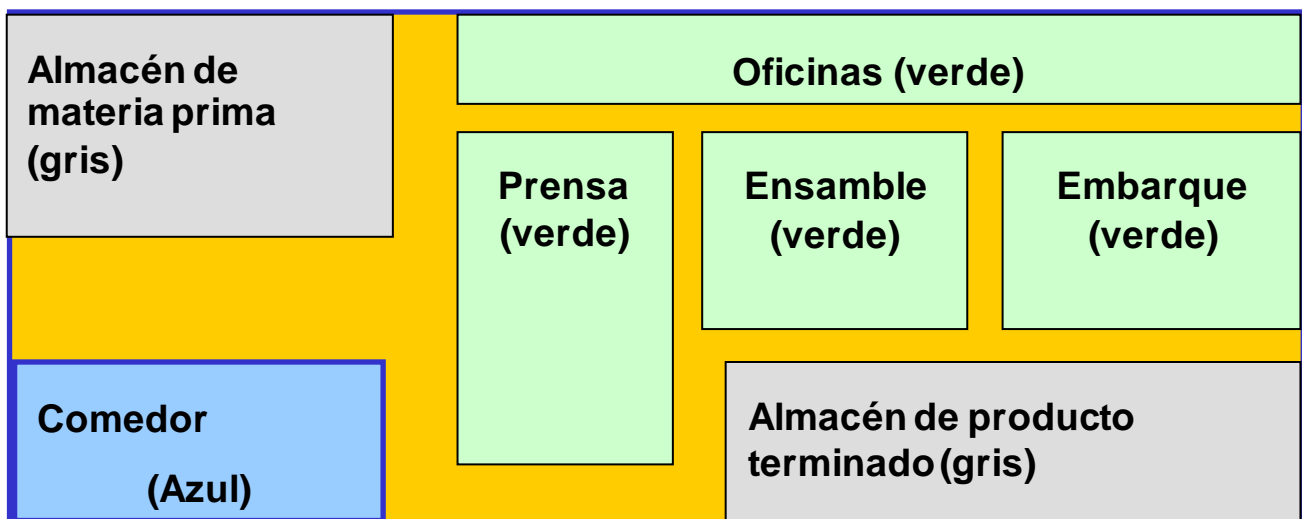


## HERRAMIENTAS: **TABLEROS Y SEÑALES**

### A) PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

- Dividir el área
- Creación del mapa del lugar de trabajo

Área	Color
Almacén	Gris
Área de trabajo	Verde
Pasillos	Naranja
Áreas de descanso	Azul



## ORDENAR EL ÁREA DE TRABAJO

\*Al ordenar considere los siguientes principios:

\*Coloque los artículos en el área de trabajo de acuerdo a la frecuencia de uso

\*Almacene en la misma zona los artículos que se utilizan en conjunto y colóquelos de ser posible en el orden en que se requieren.

\*Almacene en la misma zona los artículos que tengan una función similar

\*Evite almacenar los artículos en lugares cerrados.

\*Identifique gabinetes (se sugiere utilizar números romanos para identificar los gabinetes en el área de trabajo, dividiendo los gabinetes en columnas y filas. Utilice letras para identificar las columnas y números arábigos para las filas)

\*Dibuje el contorno de las herramientas para mostrar su localización

\*Establezca código de colores para facilita su localización

## Seiso- Limpieza:

*“Los trabajadores, se merecen el mejor ambiente y entorno”*

La limpieza también incluye el buscar y diseñar modos de evitar que la suciedad, polvo, virutas, grasas, etc. se acumulen en los centros de trabajo. Limpieza no es sólo lo básico de barrer y limpiar máquinas; es algo que se debe integrar a las tareas diarias de mantenimiento dentro de la organización

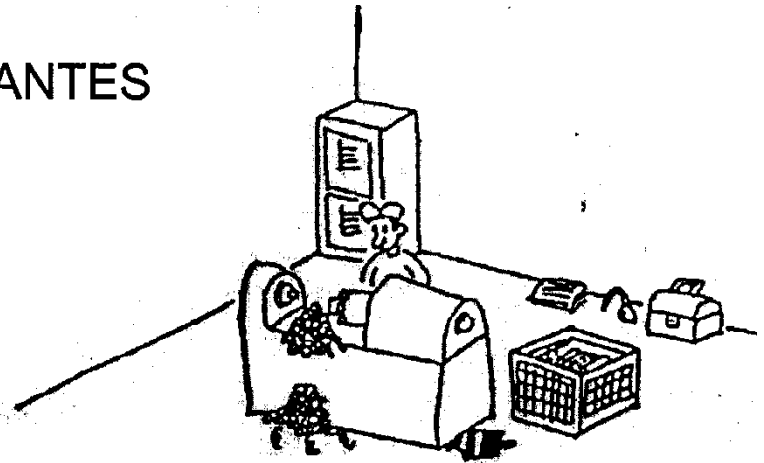
### 3a. S (Seiso) LIMPIEZA

- PASOS:
  - 1) Determine un programa de limpieza
  - 2) Defina los métodos de limpieza
  - 3) Cree Disciplina en la implementación del programa de limpieza
  - 4) Comunique la manera de favorecer la limpieza
  - 5) De entrenamiento

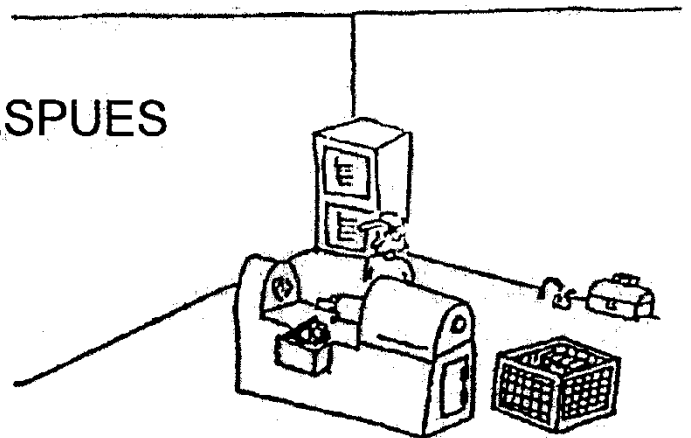
- HERRAMIENTAS:

**LISTA DE VERIFICACIÓN DE ASEO**

ANTES



DESPUES



Consideramos que limpiar es *Eliminar lo Sucio*

- ⇒ Visión de corto plazo y limitada amplitud
- ⇒ Subcontratación de las tareas de limpieza
- ⇒ Consideradas de nivel bajo

Pero es, Toda una Filosofía de Mejoramiento

- Un ambiente de trabajo agradable
- Maquinaria y equipos bien mantenidos,
- Reduce las fuentes de contaminación
- Visibilidad que permite detectar fallas

## LIMPIEZA EN CUATRO PASOS

1: Divida el área y asigne responsabilidad

2: Establezca:

¿Qué?

Secuencia

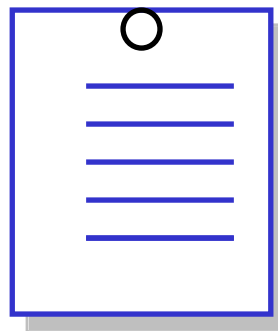
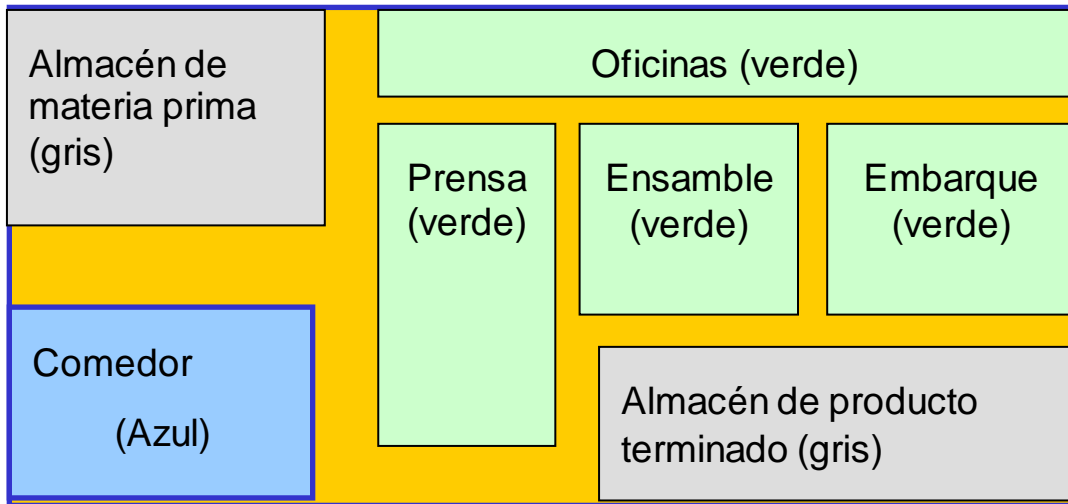
Frecuencia

Profundidad

Instrumentos de limpieza etc.

3: Fije las reglas y el objetivo

4: Verifique la ejecución



<b>Programa de Limpieza</b>				
<b>Área</b>	<b>Artículos</b>	<b>Responsable</b>	<b>Turno</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>Torno</b>	<b>Pisos</b>	<b>C. García</b>	<b>1º</b>	<b>Diario</b>
	<b>Tornos</b>	<b>J. Peña</b>	<b>2º</b>	<b>Semanal</b>
	<b>Lámparas</b>	<b>F. Pérez</b>	<b>3º</b>	<b>Semanal</b>
	<b>Carros de transporte</b>	<b>J. Meza</b>	<b>1º</b>	<b>Diario</b>

## Seiketsu – Estandarización:

*“Todos queremos calidad de vida en el trabajo”*

La higiene es el mantenimiento de la limpieza y del orden. Quien exige y hace la calidad, cuida mucho la apariencia. En un ambiente limpio siempre habrá seguridad.

Quien no cuida bien de sí mismo, no puede hacer o vender productos o servicios de calidad.

4a. S (Seiketsu)

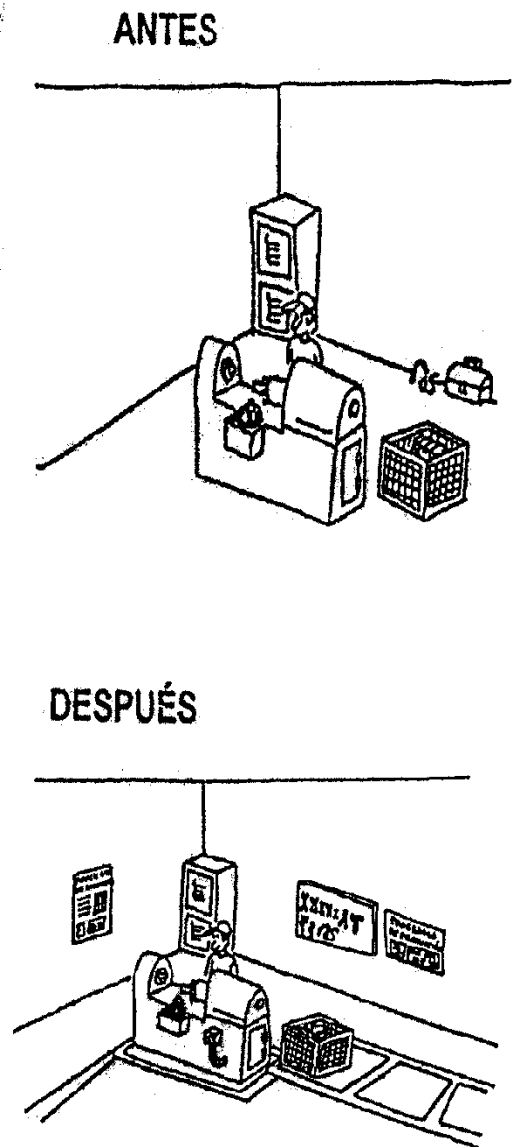
### ESTANDARIZACIÓN

- PASOS:
  - 1) Integrar las actividades de las 5'S al lugar de trabajo
  - 2) Evaluar los resultados

Es recomendable:

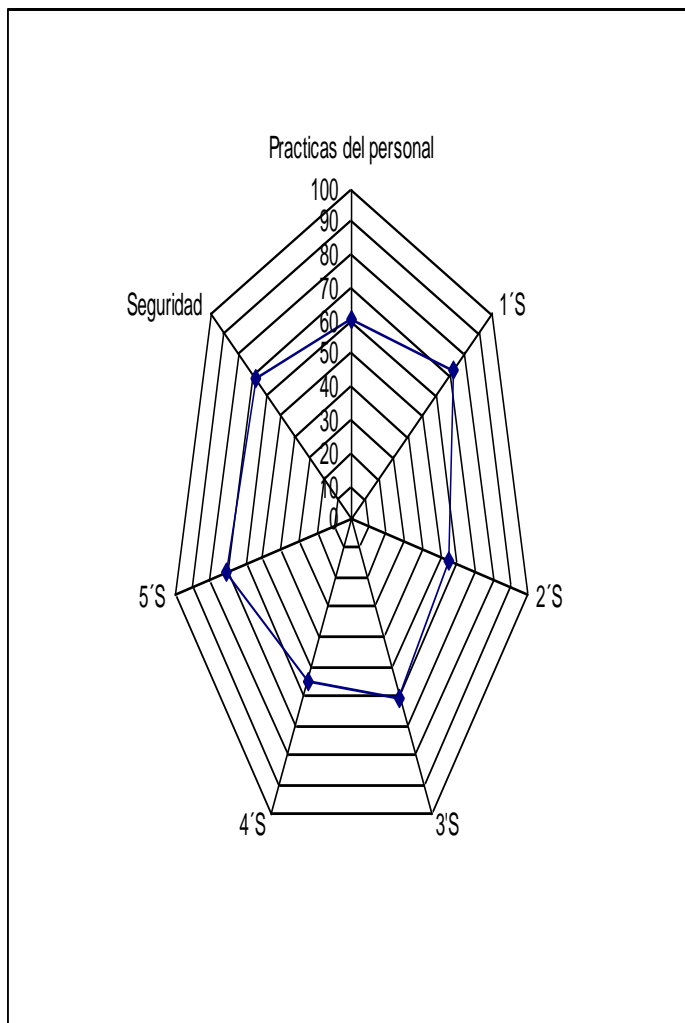
- Estandarizar todo y hacer visibles los estándares usados
- Implantar métodos que faciliten el comportamiento apegado a los estándares
- Compartir la información sin que tenga que buscarse o solicitarse.
- HERRAMIENTAS:

### PROCEDIMIENTO Y CÓDIGOS DE COLOR

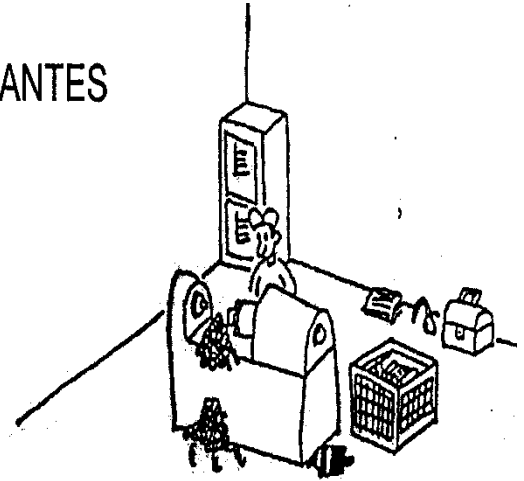


## Evaluación de las 5'S

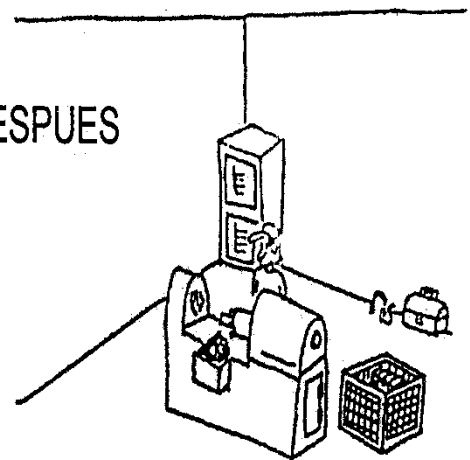
- 1) Fotografías del antes y después
- 2) Aplicación de listas de verificación de las 5'S
- 3) Graficas con los resultados
- 4) Elaborar Plan de Acción



ANTES



DESPUES



## PLAN DE ACCIÓN

<b>ACCIONES A TOMAR</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>FECHA PARA RESULTADOS</b>	<b>NECESIDADES DE RECURSOS</b>	<b>AVANCES</b>			
				<b>25</b>	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>100</b>

## Shitsuke – Disciplina y Compromiso:

*“Orden, rutina y perfeccionamiento constante”.*

La disciplina consiste en convertir en un hábito el seguimiento y mantenimiento apropiado de los pilares anteriormente mencionados.

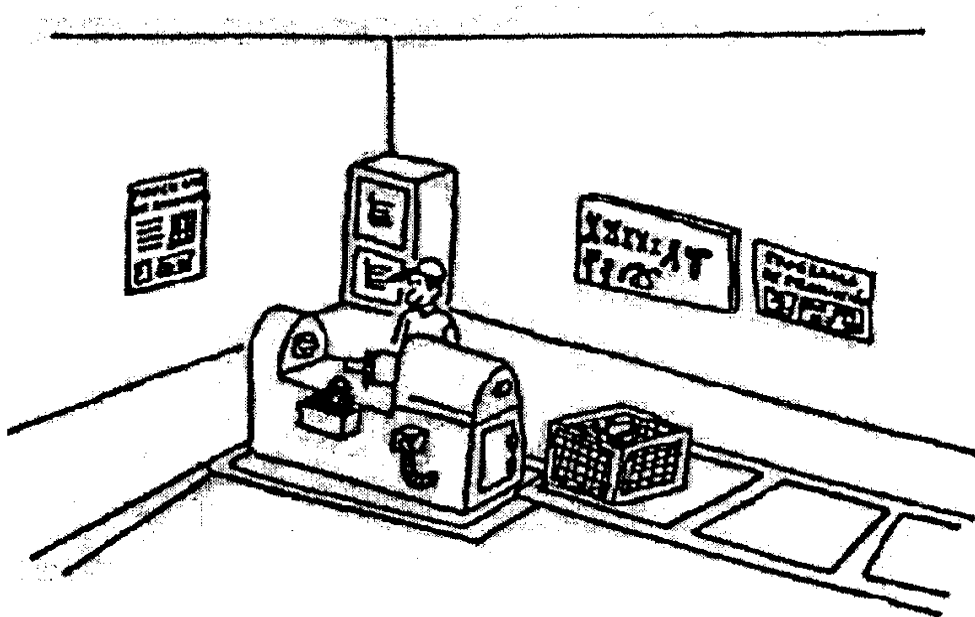
Como en todo proceso que involucre disciplina, se requiere de energía por parte de las directivas para el correcto cumplimiento de lo establecido en las etapas anteriores. Son estos quienes deben dar el ejemplo a seguir.

- PASOS:

- 1) Haga visibles los resultados de las aplicación de las 5 s's
- 2) Fomente la crítica constructiva
- 3) Promueva la filosofía de las 5 s's en toda la empresa
- 4) Fomente la participación de todos en la generación de ideas para la mejora de la disciplina de las 5 s's

- herramientas:

### APLICACIÓN FRECUENTE DE LISTAS DE VERIFICACIÓN DE 5 S's



## Capítulo III PROPUESTA DE CAMBIO

### Aplicación selectiva de la herramienta 5's en el área de laboratorio

Tomando como base la herramienta 5's se estableció un cambio en el área de laboratorio, es importante aclarar que esto no es una implementación, solo utilizamos parte de esta herramienta para buscar como primer objetivo orden. Es de suponerse que en un tiempo futuro se haga una implementación total.

#### Plan de acción

ACTIVIDAD	FECHA DE INICIO	FECHA DE CONCLUSIÓN	ÁREA	RESPONSABLE
Seiri – Selección:	30/09/2013	01/10/2013	LABORATORIO	OCTAVIO COSSÍO ANAYA
Seiso- Limpieza:	02/10/2103	05/10/2013	LABORATORIO	ARMANDO MONTERROSAS BENÍTEZ
Seiton- Organización	14/10/2013	19/10/2013	LABORATORIO	RODOLFO ROSAS PINEDA
Seiketsu – Estandarización:	21/10/2013	26/10/2013	LABORATORIO	RODOLFO ROSAS PINEDA
Shitsuke – Disciplina	28/10/213	30/10/2013	LABORATORIO	OCTAVIO COSSÍO ANAYA

Tabla 5 Plan de acción

### Seiri – Selección:

- a) Con ayuda del supervisor de laboratorio se propuso una lista de los colorantes que ya no utilizamos así como de químicos auxiliares con la finalidad de tener lo necesario y apoyándonos con la herramienta de la tarjeta roja.

<b>TARJETA ROJA</b>	
<b>Nombre del objeto</b>	Colorantes: *Familia Nylosan colores amarillo, rojo, verde, azul etc.*Familia Optilan colores diversos
<b>Clasificación</b>	<input type="checkbox"/> Materia prima <input type="checkbox"/> Maquinaria/Equipo <input checked="" type="checkbox"/> Producto en proceso <input type="checkbox"/> Herramienta <input type="checkbox"/> Partes <input type="checkbox"/> Contenedores <input type="checkbox"/> Producto terminado <input type="checkbox"/> Otro _____
<b>Valor</b>	
<b>Razón para descartar</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Innecesario <input type="checkbox"/> Desconocido <input type="checkbox"/> Defectuoso <input type="checkbox"/> Sobrantes <input type="checkbox"/> Uso esporádico <input type="checkbox"/> Otro _____
<b>Área responsable</b>	Laboratorio
<b>Acción</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Eliminarlo <input type="checkbox"/> Organizarlo <input type="checkbox"/> Otro _____
<b>Fecha del descarte</b>	30/09/2013

## TARJETA ROJA

<b>Nombre del objeto</b>	Químicos auxiliares: Sosa caustica, Albatex AD, Albegal, Bicromato de sodio, Amoniac, Sulfato de amonio, Evo-soft, Sera gal PLP, Sera Work
<b>Clasificación</b>	<input type="checkbox"/> Materia prima <input type="checkbox"/> Maquinaria/Equipo <input checked="" type="checkbox"/> Producto en proceso <input type="checkbox"/> Herramienta <input type="checkbox"/> Partes <input type="checkbox"/> Contenedores <input type="checkbox"/> Producto terminado <input type="checkbox"/> Otro _____
<b>Valor</b>	Muestras de proveedor (sin valor económico)
<b>Razón para descartar</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Innecesario <input type="checkbox"/> Desconocido <input type="checkbox"/> Defectuoso <input type="checkbox"/> Sobrantes <input type="checkbox"/> Uso esporádico <input type="checkbox"/> Otro _____
<b>Área responsable</b>	Laboratorio
<b>Acción</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Eliminarlo <input type="checkbox"/> Organizarlo <input type="checkbox"/> Otro _____
<b>Fecha del descarte</b>	01/10/2013

# TARJETA ROJA

<b>Nombre del objeto</b>	Material de laboratorio: Probetas, Matraces, pipetas, vasos de precipitado, frascos
<b>Clasificación</b>	<input type="checkbox"/> Materia prima <input type="checkbox"/> Maquinaria/Equipo <input type="checkbox"/> Producto en proceso <input type="checkbox"/> Herramienta <input type="checkbox"/> Partes <input checked="" type="checkbox"/> Contenedores <input type="checkbox"/> Producto terminado <input type="checkbox"/> Otro _____
<b>Valor</b>	Desconocido
<b>Razón para descartar</b>	<input type="checkbox"/> Innecesario <input type="checkbox"/> Desconocido <input type="checkbox"/> Defectuoso <input checked="" type="checkbox"/> Sobrantes <input type="checkbox"/> Uso esporádico <input type="checkbox"/> Otro _____
<b>Área responsable</b>	Laboratorio
<b>Acción</b>	<input type="checkbox"/> Eliminarlo <input checked="" type="checkbox"/> Organizarlo <input type="checkbox"/> Otro _____
<b>Fecha del descarte</b>	01/10/2013

Antes



Figura 47 Antes Seiri

Ahora

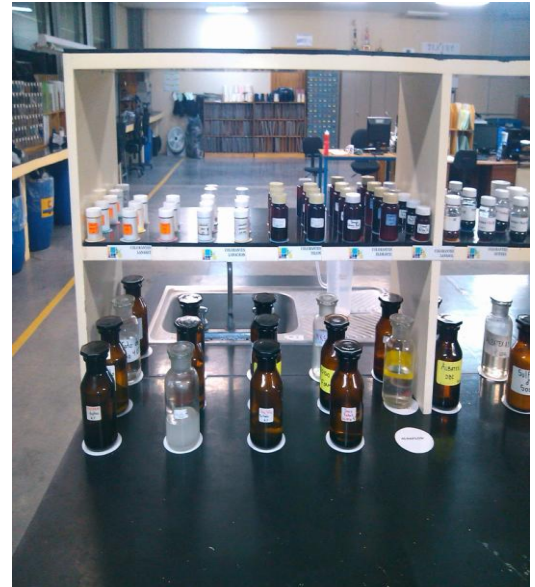


Figura 48 Después Seiri



Figura 49 Antes Seiri



Figura 50 Después Seiri

## Seiton-Organización:

Se propuso la creación de un shadow board para determinar el lugar de cada colorante, químico auxiliar y materia prima el cual contiene su nombre.

Antes



Figura 51 Antes Seiton

Ahora



Figura 52 Después Seiton (shadow board)

Se asignó un área para cada tipo de materia prima en la cual se localizan únicamente los colorantes y químicos auxiliares utilizados para la teñida específica de ese material ya que anteriormente se tenían revueltos todos los colorantes y químicos auxiliares.

Antes



Figura 53 Antes Seiton

Ahora



Figura 54 Después Seiton nombres de tino de colorantes

## Seiso- Limpieza:

En colaboración con el supervisor de laboratorio se propuso elaborar un programa de limpieza, en el que se asigna un área y tarea específica con su respectiva fecha de ejecución.

ACTIVIDAD	FRECUENCIA	DÍA	ENCARGADO
LIMPIEZA DE MÁQUINA DE TEÑIDO ALTA TEMPERATURA	SEMANAL	LUNES	LEONEL RUBÍN MENDOZA
LIMPIEZA DE MÁQUINA PIPETEA DORA	SEMANAL	MARTES	ARMANDO MONTERROSAS BENÍTEZ
LIMPIEZA DE MÁQUINA PREPARADORA DE SOLUCIÓN	SEMANAL	MIÉRCOLES	ELIA MONTERROSAS
LIMPIEZA DE MESA DE TRABAJO	DIARIO		ANTONIO ALTAMIRANO
LIMPIEZA MÁQUINA DE TEÑIDO BAJA TEMPERATURA	SEMANAL	VIERNES	GRISELDA COSSÍO
LAVADO DE RECIPIENTES DE COLORANTES	DIARIO		MARIO TÉLLEZ
LAVADO DE PROBETAS Y MATRACES	DIARIO		MARIO GUTIÉRREZ
LAVADO DE TUBOS DE ENSAYO	DIARIO		ROCIÓ ADULCEN

Tabla 6 Programa de limpieza en laboratorio

### Seiketsu – Estandarización:

Se propone el siguiente formato para llevar un control de la situación y el seguimiento de la implementación de 5´s.

ACCIONES A TOMAR	RESPONSABLE	FECHA PARA RESULTADOS	NECESIDADES DE RECURSOS	AVANCES (%)			
				25	50	75	100

Tabla 7 Formato de seguimiento

### Shitsuke – Disciplina y Compromiso:

Se propone hacer una junta semanal los días sábados para discutir el impacto que tiene la implementación y aportar nuevas ideas de mejora continua, además de que el supervisor de laboratorio recorra con todo el personal el área para detectar irregularidades y supervisar que los planes y responsabilidades asignadas se estén llevando a cabo.

## Disminución de tiempo en el teñido de una muestra en el área de laboratorio

Como vimos en el capítulo de **teñido de muestra en laboratorio** los pasos que se siguen son en serie, a continuación mostramos una propuesta para hacer operaciones simultáneas con el objetivo de disminuir el tiempo de operación tomando en cuenta que el proceso que más causa demora es el pipeteo de colorante con 29:00min.

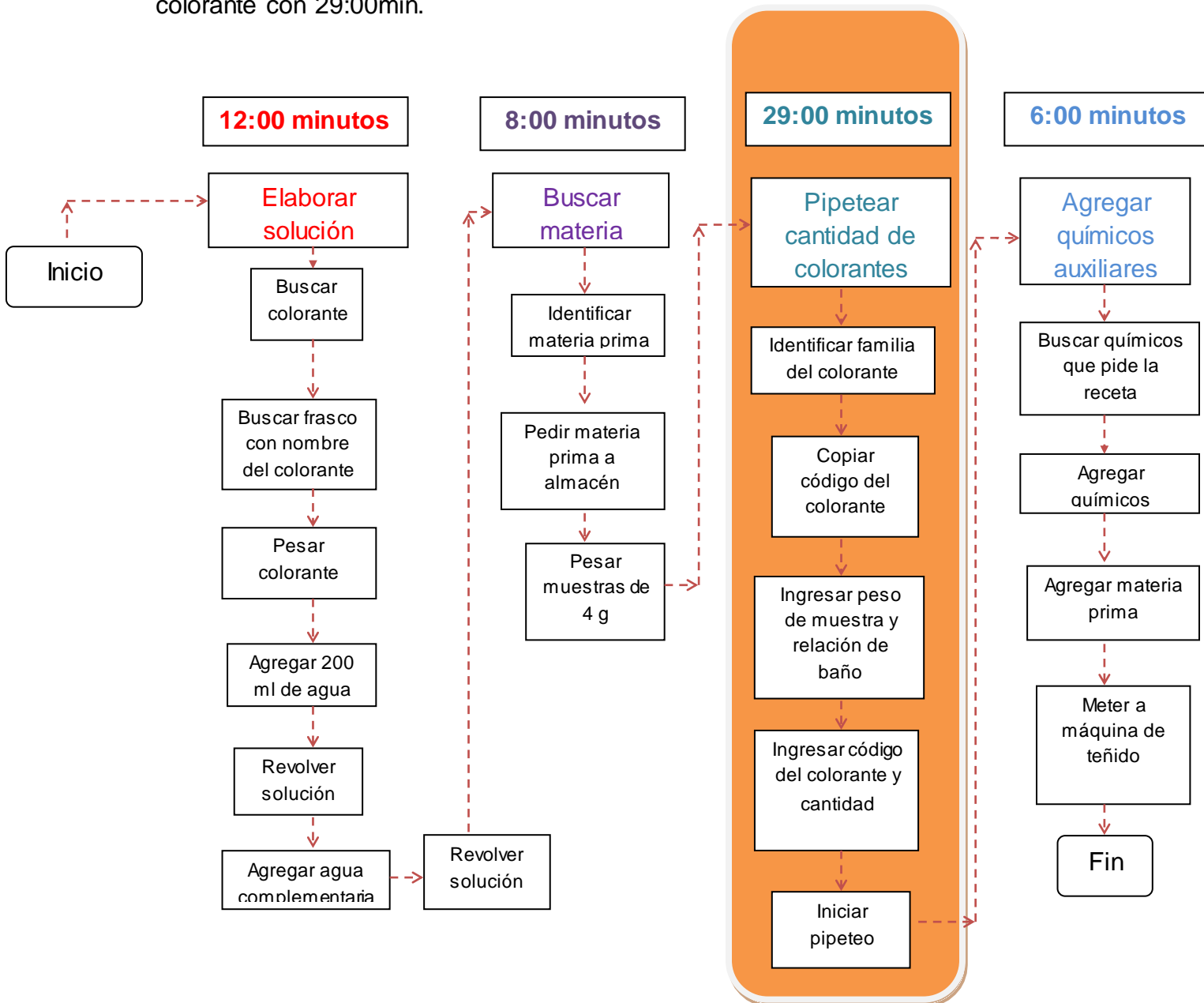


Diagrama 2 Cuello de botella en el proceso de teñido en laboratorio

Analizando el diagrama anterior se propuso eliminar la operación BUSCAR MATERIAL debido a que esta se podía convertir en una operación externa.

Con base a un análisis estadístico de órdenes de producción de los últimos 6 meses (las cuales se muestran en el anexo 1 de este documento), se determinó un número de muestras con un peso de 4 gramos de cada título de hilo de lana estas se hacen con la ayuda de una muleta la cual hace girar un rehilete que enreda el hilo, cada vuelta mide un metro de diámetro y un número X de vueltas determina el peso de 4 gramos, se tomaron 100 vueltas de cada título de hilo y se pesaron para que mediante una regla de 3 se estandarizara el número de vueltas por título para obtener los 4 gr, el resultado arroja la siguiente tabla de contenido:

<b>TÍTULO</b>	<b>NÚMERO DE VUELTAS</b>	<b>PESO (gr)</b>	<b>CANTIDAD DE MUESTRAS REQUERIDAS POR SEMANA</b>
(1/40)	62	4	<b>5</b>
(1/50)	106	4	<b>9</b>
(1/72)	197	4	<b>9</b>
(1/80)	226	4	<b>5</b>
(1/90)	265	4	<b>5</b>
(1/100)	304	4	<b>5</b>
(2/72)	142	4	<b>10</b>
(2/80)	60	4	<b>5</b>
(2/90)	77	4	<b>5</b>
(2/100)	88	4	<b>5</b>

Las muestras de cada título se encuentran guardadas en bolsas con una etiqueta de identificación almacenadas en un cajón de la mesa de trabajo de laboratorio cada vez que se desea teñir una muestra se toma inmediatamente para darle continuidad al proceso y posteriormente se remplazan.

Antes

Ahora

(Se tenía que ir a almacén por el cono de hilo) (Stock de muestras pesadas)



Figura 55 Materia prima en almacén



Figura 56 Stock de materia prima

A pesar de que la sub operación **buscar recipiente** no demoraba bastante tiempo en el proceso, se decidió eliminar ya que el estar buscando entre más de 50 recipientes el nombre del color correspondiente era un tiempo que se podía ahorrar tomando en cuenta la siguiente propuesta:

Antes



Figura 57 Frascos recipientes con nombres

Con base en la experiencia del supervisor de laboratorio se decidió dejar 10 recipientes limpios sin etiqueta de identificación y con ellos 10 etiquetas adheribles para que cada vez que se elabore una solución colorante se ponga al recipiente su respectiva etiqueta con los siguientes datos:

- 1.- Nombre del colorante
- 2.-Concentración
- 3.- Fecha de elaboración

De esta manera ahorramos tiempo en búsqueda



Figura 58 Frascos recipientes sin nombre

El orden que se obtuvo mencionado en el tema anterior origino que el material ocupado en el proceso de teñido en laboratorio se ubicara más rápidamente lo que a su vez ocasiono la disminución de tiempo en las siguientes operaciones:

PROCESO	OPERACIÓN	TIEMPO (min.)
Elaborar solución	Buscar colorante	02:00
	Buscar frasco con nombre del colorante	01:00
	Pesar colorante	02:00
	Agregar 200 ml de agua	02:00
	Revolver solución	02:00
	Agregar agua complementaria	03:00
	Revolver solución	02:00
Buscar materia	Identificar materia prima	01:00
	Pedir materia prima a almacén	04:00
	Pesar muestras de 4 g	03:00
Pipetear cantidad de colorantes	Identificar familia del colorante	01:00
	Copiar código del colorante	01:00
	Ingresar peso de muestra y relación de baño	01:00
	Ingresar código del colorante y cantidad	01:00
	Pipeteo de colorantes	(25:00)
Agregar químicos auxiliares	Buscar químicos que pide la receta	01:00
	Agregar químicos	02:00
	Agregar materia	01:00
	Meter a máquina de teñido	01:00
TIEMPO TOTAL		(56:00)

Tabla 8 Tiempo por operaciones en minutos

PROCESO	OPERACIÓN	TIEMPO (min.)
Elaborar solución	Buscar colorante	00:30
	Buscar frasco con nombre del colorante	00:30
	Pesar colorante	02:00
	Agregar 200 ml de agua	02:00
	Revolver solución	01:00
	Agregar agua complementaria	03:00
	Revolver solución	01:30
Pipetear cantidad de colorantes	Identificar familia del colorante	01:00
	Copiar código del colorante	01:00
	Ingresar peso de muestra y relación de baño	01:00
	Ingresar código del colorante y cantidad	01:00
	Pipeteo de colorantes	(25:00)
Agregar químicos auxiliares	Buscar químicos que pide la receta	00:30
	Agregar químicos	02:00
	Agregar materia	01:00
	Meter a máquina de teñido	01:00
TIEMPO TOTAL		(43:30)

Tabla 9 Eliminación de tiempos y operaciones

Con base a prueba y error en la operación revolver solución, se redujo el tiempo al determinar que en los tiempos estipulados el colorante se había disuelto en su totalidad.

## Diagrama de operaciones simultaneas

Identificado el cuello de botella causado por el tiempo que demora la máquina que pipetea el colorante, conseguimos hacer operaciones simultáneas para aprovechar ese tiempo muerto en el que el operario se encuentra sin hacer alguna actividad obteniendo el siguiente resultado:

OPERACIÓN		OPERACIÓN	TIEMPO(MIN)	NUEVO PROCESO	
Buscar colorante y frasco con nombre del colorante	x		1	1	
Pesar colorante	x		2		
	x		3		
Agregar 200 ml de agua	x		4		
	x		5		
Revolver solución y buscar químicos que pide la receta	x		6		
	x		7		
Agregar agua complementaria	x	Identificar familia del colorante	x 8	2	
	x	Copiar código del colorante	x 9		
	x	Ingresar peso de muestra y relación de baño	x 10		
Revolver solución	x	Ingresar código del colorante y cantidad	x 11		
	x		x 12		
Buscar químicos que pide la receta	x	Pipeteo de colorantes (lavado automatico de pipeta)	x 13		
Agregar químicos	x		x 14		
	x		x 15		
			x 16		
			x 17		
			x 18		
			x 19		
			x 20		
			x 21		
			x 22		
			x 23		
			x 24		
		Inicio real de pipeteo de colorante	x 25		
			x 26		
			x 27		
			x 28		
			x 29		
			x 30		
			x 31		
			x 32		
			x 33		
			x 34		
			x 35		
			x 36		
Agregar materia	x		37		3
Meter a máquina de teñido	x		38		

Tabla 10 Operaciones simultaneas

## Propuesta de procedimiento de teñido para el área de producción que asemeje condiciones de teñido en laboratorio

- a) Como se mencionó en temas anteriores, el teñido de la muestra en laboratorio se realiza con las mismas características de la referencia [estándar del color MS980 (113476) hilo 2/72] la cual incluye colorantes y cantidades con las que se elabora la teñida además de los químicos auxiliares con sus respectivas cantidades, receta que se muestra en la **figura 59**.

CIMEXLANA # 25		Comprador		10/08/2011	
GERENTE	PEDIDO	05.86.370	FECHA	23-08	
SUBGERENTE	MATERIA PRIMA	112542 (280S)	NUMERO VE	27.450	
PROBADOR DE COLOR	UMERO DE HILO	113476	NUMERO MAC	8	
MEDIDOR DE TINTE	NUMERO DE COLOR	MS980	EQUIP. TRA	9.05	
O.W.F.(%)	ANTIDAD TOTAL	12.0 (10.0) (Kg)	PES	12	
0.321	Lanzaset Yellow 2R				
0.214	Lanzaset Red G				
1.270	Lanzaset Blue 2R				
	Spiral Blue RW				
1.375%	CH <sub>3</sub> COOH (Acido Acetico)			163	
1.0%	CH <sub>3</sub> COONa (Acetato de Sodi)				
3.0%	Na <sub>2</sub> So <sub>4</sub> (Sulfato de Sodi)			260	
1.5%	Sera Gal. W-MKS			30	
2.0%	Sera Protect WOK			240	
0.5%	Sera AIR M-ELN			60	
0.5%	Sera Protect WOK				
0.5 G/L	Sera Sperce M-CE			100	
2.0%	Sera Wax FRS			240	
0.3%	HCOOH (Acido Formico)			36	
OBSERVACIONES		MUES			
		REF			

Cantidades

Colorantes

Cantidades

Químicos auxiliares

Figura 59 Receta estándar

El supervisor de laboratorio se determinó que el colorante Lanaset azul 2R se retire de la receta ya que genera demasiados problemas en el matiz del hilo.

Mediante la ayuda del **Software Datacolor Match** se formuló una nueva receta con diferentes colorantes y cantidades, sin embargo los químicos auxiliares y sus cantidades se conservaron, con base a un estudio de prueba y error las cantidades y colorantes quedaron estandarizadas ya que el teñido de la muestra que se realizó en laboratorio cumplió con un CCM (Comité de Medición del Color) dentro del rango de tolerancia de la igualación del color.

La siguiente figura muestra la nueva receta estándar para obtener la igualación del color MS980 (113476) hilo 2/72, se ha de tomar en cuenta que la muestra física del color contenida en la recta original sigue siendo el color estándar a igualar.

43969-005		Laboratory form		21/11/2013 10:05:33 p.m.	
Receta	MS980(113476)2/72 R3	HILO 2/72		Preparación	Acabado
TipoColor	MS980(113476)2/80 HILO	Artículo	HILO 2/72	Solicitud Especifica	
Cliente	CIMEXLANA	Crudo		ID Receta Lab	
		WarpDesc			
		Trama			
		PesoporCantida	g/m 0	Ancho	cm 0
AC-001	TINTURA DE LANA ACIDOS				
Agotamiento 98°		Relación de Baño 1/17		Volumen 0 ml	
		Longitud m 0		Peso 4 g	
		Teñido Lana Acidos			
1	Programa	12	AGREGAR AUXILIARES		
	Acido Acetico	1.2000%	0.05g		
	Acetato de Sodio	1.0000%	0.04g		
	Sulfato de Sodio	3.0000%	0.12g		
	Sera Gal WUL	2.0000%	0.08g		
	Sera Protect WPTA	2.0000%	0.08g		
	Albaflow FFA	1.0000%	0.04g		
			AGREGAR COLORANTES		
	Lanaset Amarillo 2R	0.2915%	0.01g		
	Lanaset Violeta B	0.4288%	0.02g		
	Lanaset Navy R	0.7255%	0.03g		
			MATIZ		
			AGREGAR PROTECTOR		
	Sera Protect WPTA	0.5000%	0.02g		
	Diadavin X-70	1g/l	0.07g	Lavado	
				Acidulado	
	Eve Soft 8402A	2.0000%	0.08g		
	HCOOH Acido Formico	0.3000%	0.01g		
			COMENTARIOS:		
			///		
			///		

Figura 60 Nueva receta estándar

- b) La receta anterior se libera al área de producción sin embargo es muy importante asegurar que el proceso conserve las mismas condiciones de trabajo de laboratorio, para ello necesitamos que las siguientes indicaciones se lleven a cabo para tener éxito de producción.

Relación de baño: Como se mencionó en temas anteriores la relación de baño es muy importante para el teñido, para teñir el hilo de lana necesitamos una relación 1:12 esto quiere decir que por cada kilogramo de hilo se necesitan 12 litros de agua, en el área de producción las ollas de teñido cuentan con una determinada capacidad de litros de agua mencionadas en la **tabla 1** sin embargo esta capacidad fue estipulada mediante el llenado de la olla sin tomar en cuenta que el material a teñir así como el carrier que lo contiene ocupan un lugar dentro de la máquina lo que resta capacidad de agua a la olla.

Anteriormente la olla de teñido contaba con un contador automático de litros de agua, por falta de mantenimiento preventivo los contadores se averiaron y hasta la fecha jamás se han reparado.

**Indicación 1:** Dar mantenimiento correctivo a los contadores de agua de las ollas de teñido en el área de producción para agregar la cantidad correcta de agua correspondiente a la relación de baño.

- c) Colorantes, químicos auxiliares y sus cantidades correctas: El supervisor de producción deberá dar seguimiento al teñido del color MS980 supervisando que los colores que se piden sean los correctos en cantidades correctas y de la misma manera para los químicos auxiliares.

**Indicación 2:** Supervisar el peso correcto de colorantes y químicos auxiliares.

d) El agua que se utiliza en las ollas de teñido es proporcionada por el área de tratamiento de aguas residuales y debe cumplir con una condición muy importante la cual es tener un pH de 7.0 es decir neutro. Para que una tintura de hilo de lana se logre, esta deberá realizarse en condiciones de baño acidas con un pH de 4.5 a 5.0, a pesar de que la receta contiene la cantidad correcta de ácido acético para lograr esta condición muchas veces el agua que nos suministran no cumple con el lineamiento estipulado por lo que la cantidad de ácido acético considerada no es suficiente para lograr que las condiciones de teñido se logren por lo que es necesario medir el pH para asegurar el éxito en la teñida.

**Indicación 3:** Hacer uso de PH metro (máquina que determina el pH del agua).

**Indicación 4:** El operario está obligado a medir que el pH sea el correcto antes de comenzar el teñido, también está obligado a notificar a su jefe directo para que este supervise que realmente la medición fue la correcta.

**Indicación 5:** El supervisor de producción está obligado a verificar que el programa de teñido ingresado en la máquina sea el correcto para autorizar el inicio del teñido.

**Indicación 6:** Inmediatamente que se termina el teñido y estrictamente antes de iniciar el lavado el operario está obligado a llevar una muestra de hilo como lo indica el proceso de matiz en producción (mencionado en el tema de teñido en producción) para que el laboratorista realice el ajuste pertinente y devuelva la receta al operario para que este realice los siguientes pasos para matizar, si es necesario:

1.-Pesar colorante y químico auxiliares en cantidades correctas indicadas en la receta.

2.- Disminuir la temperatura de la olla a menos de 40°C.

3.-Verificar que el pH del baño contenido en la olla sea de 4.5-5.0 (en caso contrario corregir el pH agregando ácido acético)

4.- Disolver los químicos auxiliares que pide la receta por 3 minutos y agregar al baño.

5.- Disolver los colorantes que pide la receta por 5 minutos y agregar al baño.

6.-Cerrar la olla de teñido e ingresar el número de minutos y temperatura del matiz.

7.-Repetir instrucción 1 a 6 hasta que el laboratorista indique que el tono ha sido igualado.

Nota: El supervisor está obligado a inspeccionar cada uno de los pasos para asegurar la calidad y dar a conocer cada paso a cada uno de los involucrados en el área de producción.

## **Capítulo IV CONCLUSIONES**

Con base en la mejora *Aplicación selectiva de la herramienta 5's en el área de laboratorio*, podemos concluir que el departamento de teñido en específico el área de laboratorio obtuvo los siguientes cambios:

Eliminamos todo tipo de material que no utilizábamos desde hace bastante tiempo como son colorantes que solo sirvieron para hacer pruebas iniciales pero que jamás se compraron y mucho menos se utilizaron en producción, también se asignó en el área un determinado número de material necesario para las operaciones ya que contábamos con un exceso de frascos, probetas, matraces, y otros que solo ocupan espacio pero que no se utilizaban en su totalidad, concluimos que esta herramienta es necesaria para erradicar el mal hábito que se tiene de aferrarse a elementos que se piensa se utilizaran en un futuro cuando no se han utilizado en bastante tiempo.

La organización del área de trabajo nos permitió disminuir el tiempo que demoraba la búsqueda de material, además de proporcionar una mejor imagen. Era de suma importancia que el tiempo en el proceso de teñido de una muestra en laboratorio, fuera reducido, debido a que este determina el tiempo de entrega para nuestros clientes.

Teniendo a la mano lo necesario colocado adecuadamente se establece el orden, lo que nos permite observar detalladamente de qué manera podemos optimizar aún más el proceso de teñido. Cabe a mencionar que en nuestra forma de trabajo las operaciones demoraban más tiempo del necesario por lo que nos dimos a la tarea de disminuirlo mediante la implementación nuevas formas de trabajo que rompieron con los paradigmas establecidos a través del tiempo. El uso de un diagrama de operaciones simultáneas nos permitió observar de que manera podemos realizar actividades humanas a la par de una máquina para eliminar el tiempo muerto en un operario, además de analizar que operaciones internas pueden extraerse del proceso para convertirlas en externas.

La estandarización de un procedimiento de trabajo permite asegurar la calidad, por lo que es de suma importancia que el personal involucrado tenga conocimiento teórico-práctico del mismo. Todos y cada uno de los procedimientos de trabajo deben ser documentados y proporcionados al personal mediante apoyos visuales.

Cada paso que se lleva a cabo en el procedimiento de trabajo es supervisado por los encargados del área (supervisor de laboratorio y producción) mediante un check list el cual les permite verificar la correcta ejecución del mismo, tanto el operario como el supervisor son capaces de detectar áreas de oportunidad en el proceso gracias a esta acción.

## Glosario

**Fibra:** Unidad de materia caracterizada por su flexibilidad, finura y gran longitud en relación con su grosor.

**Filamento:** Fibra de longitud indefinida considerada como continua.

**Hilo continuo o multifilamento:** Hilo constituido por varios filamentos con o sin torsión.

**Monofilamento:** Hilo constituido por un sólo filamento.

**Cable:** Conjunto de un gran número de filamentos destinado a ser cortado o roto por desgarrado (craqueado) para su utilización en forma de fibras discontinuas.

**Fibra discontinua:** Fibra textil química de longitud limitada.

**Hilo continuo texturado:** Hilo continuo que posee características de torsión y/o rizado, presentes o potenciales, que le comunican una extensibilidad elástica y/o una voluminosidad.

**Floc:** Fibra de longitud muy corta, destinada a ser pegada en un soporte.

**Floca o greña:** Masa de fibras discontinuas presentadas sin orden aparente.

**Hilado:** Hilo obtenido a partir de fibras discontinuas.

**Hilo:** Conjunto de gran longitud de fibras textiles de filamento (hilo continuo) o de fibras discontinuas (hilado).

**Carrier:** Base metálica que se inserta en el interior de la máquina u olla de teñido la cual contiene el material a teñir

**Metamerismo:** Es un fenómeno psicofísico definido generalmente como la situación en la cual dos muestras de color coinciden bajo unas condiciones determinadas (fuente de luz, observador, geometría...) pero no bajo otras diferentes.

## Índice de figuras tablas y diagramas

### Figuras

Figura 45 Diagrama de tiempos de proceso	10
Figura 46 Pantalla principal de software datacolor tools	12
Figura 47 Espectrofotómetro	12
Figura 48 Kit de calibración	13
Figura 49 Placas con apertura del espectrofotómetro	13
Figura 50 Colocación de placa en espectrofotómetro	13
Figura 51 Pestaña instrumento	14
Figura 52 Opción calibrar	14
Figura 53 Placa grande	15
Figura 54 Ventana de calibración	15
Figura 55 Opción calibrar	16
Figura 56 Instrucciones de calibración	16
Figura 57 Colocación de estándar de calibración	17
Figura 58 Pestaña inicio	18
Figura 59 Opción estándar promedio	18
Figura 60 Ventana nombre del estándar	18
Figura 61 Colocación de la muestra de hilo	19
Figura 62 Ventana medir estándar	19
Figura 63 Ventana datos del estándar	20
Figura 64 Opción medir lote de producción	20
Figura 65 Ventana nombre del lote de producción	21
Figura 66 Venta medición del lote de producción	21
Figura 67 Colocación de la muestra de producción	21
Figura 68 Ventana medición del lote de producción	22

Figura 69 Ventana de datos comparativos lote de producción vs estándar	22
Figura 70 Grafica del teñido con colorantes Lanaset	27
Figura 71 Procedimiento de teñido en la grafica	28
Figura 72 Fibra de lana	32
Figura 73 Borrego Merino	34
Figura 74 Folículo de la lana	36
Figura 75 Proceso de lavado de la lana	37
Figura 76 Corte transversal de la fibra de lana	39
Figura 77 Rizado de la fibra de lana	40
Figura 78 Partes que componen a la fibra de lana	40
Figura 79 Forma de la sección transversal	41
Figura 80 Recubrimiento de la fibra de lana	41
Figura 81 La lana como aislante térmico	44
Figura 82 La lana como protector térmico	44
Figura 83 Curva de teñido de los colorantes Lanaset	54
Figura 84 Longitudes de onda (nanómetros)	56
Figura 85 Campana cromática	57
Figura 86 Espectro de los 7 colores	57
Figura 87 Curvas de color según el tipo de luz	59
Figura 88 Creación de colores del espectro mediante la adición	60
Figura 45 Reflejo del color según el pigmento utilizado	61
Figura 46 Variación del aspecto según la puesta de sol	63
Figura 47 Antes Seiri	83
Figura 48 Después Seiri	83
Figura 49 Antes Seiri	83

Figura 50 Después Seiri	83
Figura 51 Antes Seiton	84
Figura 52 Después Seiton (shadow board)	84
Figura 53 Antes Seiton	84
Figura 54 Después Seiton nombres de tipo de colorantes	84
Figura 55 Materia prima en almacén	89
Figura 56 Stock de materia prima	89
Figura 57 Frascos recipientes con nombres	89
Figura 58 Frascos recipientes sin nombre	90
Figura 59 Receta estándar	93
Figura 60 Nueva receta estándar	94

## **Tablas**

Tabla 11 Capacidad de las máquinas de teñido	25
Tabla 12 Formato de rebobinado de hilo	26
Tabla 13 Criterios según tipo de colorante	49
Tabla 14 Longitudes de onda para cada color	58
Tabla 15 Plan de acción	79
Tabla 16 Programa de limpieza en laboratorio	85
Tabla 17 Formato de seguimiento	86
Tabla 18 Tiempo por operaciones en minutos	90
Tabla 19 Eliminación de tiempos y operaciones	91
Tabla 20 Operaciones simultaneas	92

## **Diagramas**

Diagrama 1 Flujo de la implementación de 5´s	66
Diagrama 2 Cuello de botella en el proceso de teñido en laboratorio	87

## **Bibliografía**

Manual de teñido de fibras textiles, HUSTMAN 2009

Manual de teñido para colorantes Lanaset, DYSTAR 2005

Manual para el uso de software Data Color, Ing. Rene Velázquez Enero 2013

Manual de reacciones químicas en la lana, Ing. Octavio Cossio Anaya, Marzo 2012

## Anexos 1























